

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
25. Juli 2002 (25.07.2002)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/057464 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: C12N 15/82 (74) Anwalt: GOLDSCHIED, Bettina; BASF Aktiengesellschaft, 67056 Ludwigshafen (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP02/00461
- (22) Internationales Anmeldedatum:
18. Januar 2002 (18.01.2002)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
101 02 338.3 19. Januar 2001 (19.01.2001) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): BASF PLANT SCIENCE GMBH [DE/DE]; 67056 Ludwigshafen (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): LERCHL, Jens [DE/SE]; Onsjövägen 17, S-26831 Svalöv (SE). DUWENIG, Elke [DE/DE]; Schanzstraße 46, 67063 Ludwigshafen (DE). BISCHOFF, Friedrich [DE/DE]; Albinistrasse 11, 55116 Mainz (DE). HEINZ, Ernst [DE/DE]; Püttkampsweg 13, 22609 Hamburg (DE). DREXLER, Hjordis [DE/DE]; Mendelssohnstr. 33, 22761 Hambourg (DE). SCHEFFLER, Jodi [US/US]; 51 County Road 228, Oxford, MS 38655 (US).
- (81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- Veröffentlicht:
— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts
- Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: METHOD FOR THE EXPRESSION OF BIOSYNTHETIC GENES IN PLANT SEEDS USING NOVEL MULTIPLE EXPRESSION CONSTRUCTS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR EXPRESSION VON BIOSYNTHESEGENEN IN PFLANZLICHEN SAMEN UNTER VERWENDUNG VON NEUEN MULTIPLEN EXPRESSIONSKONSTRUKTEN

(57) Abstract: The invention relates to expression cassettes, combinations thereof and vectors containing said expression cassettes, containing plant promoters with an expression specificity for plant seeds, in particular linseed and the use of said expression cassettes or vectors for the recombinant expression of heterologous genes in plants. The invention further relates to transgenic plants, transformed by means of said expression cassettes, or vectors, cultures, parts or transgenic propagations derived therefrom and the use of the above as foodstuff, animal feedstuff, seedstuff, pharmaceuticals, fine chemicals or industrial raw material.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft Expressionskassetten, deren Kombination und Vektoren enthaltend die Expressionskassetten, die pflanzliche Promotoren mit einer Expressionsspezifität für pflanzliche Samen insbesondere Leinsamen enthalten, sowie die Verwendung dieser Expressionskassetten oder Vektoren zur rekombinanten Expression heterologer Gene in Pflanzen. Die Erfindung betrifft ferner mit diesen Expressionskassetten oder Vektoren transformierte transgene Pflanzen, davon abgeleitete Kulturen, Teile oder transgenes Vermehrungsgut, sowie die Verwendung derselben als Nahrungs-, Futtermittel oder Saatgut, Pharmazeutika, Feinchemikalien oder als industrieller Grundstoff.

WO 02/057464 A2

Verfahren zur Expression von Biosynthesegenen in pflanzlichen Samen unter Verwendung von neuen multiplen Expressionskonstrukten

5 Beschreibung

Die Erfindung betrifft Expressionskassetten, deren Kombination und Vektoren enthaltend die Expressionskassetten, die pflanzliche Promotoren mit einer Expressionsspezifität für pflanzliche Samen
10 insbesondere Leinsamen enthalten, sowie die Verwendung dieser Expressionskassetten oder Vektoren zur rekombinanten Expression heterologer Gene in Pflanzen. Die Erfindung betrifft ferner mit diesen Expressionskassetten oder Vektoren transformierte transgene Pflanzen, davon abgeleitete Kulturen, Teile oder transgenes
15 Vermehrungsgut, sowie die Verwendung derselben als Nahrungs-, Futtermittel oder Saatgut, Pharmazeutika, Feinchemikalien oder als industrieller Grundstoff.

Die erfindungsgemäßen Expressionskassetten werden vorteilhaft in
20 einem Verfahren zur Herstellung von ungesättigten Fettsäuren mit mindestens zwei Doppelbindungen und/oder ein Verfahren zur Herstellung von Triglyceriden mit erhöhtem Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren mit mindestens zwei Doppelbindungen verwendet. Im Verfahren finden vorteilhaft die Nukleinsäuresequenzen
25 SEQ ID NO: 1, SEQ ID NO: 3, SEQ ID NO: 5 oder 11 Anwendung, die unter Verwendung der Expressionskassetten exprimiert werden. Diese vorgenannten Nukleinsäuren sind im Verfahren sowie zur Herstellung eines transgenen Organismus bevorzugt einer transgenen Pflanze oder eines transgenen Mikroorganismus mit erhöhtem Gehalt
30 an Fettsäuren, Ölen oder Lipiden mit ungesättigten C₁₈-, C₂₀-, oder C₂₂-Fettsäuren geeignet. Außerdem können mit Hilfe der erfindungsgemäßen Expressionskassetten weitere Gene neben den Nukleinsäuresequenzen SEQ ID NO: 1, SEQ ID NO: 3, SEQ ID NO: 5 und SEQ ID NO: 11 oder seine Homologen, Derivate oder Analoga sowie
35 Genkonstrukte, die diese Gene oder ihre Homologen, Derivate oder Analoga umfasst, sowie ihre Verwendung allein oder in Kombination mit weiteren Biosynthesegenen bevorzugt Biosynthesegene für polyungesättigter Fettsäuren, wie vorteilhaft in SEQ ID NO: 7 und SEQ ID NO: 9 dargestellt, in Organismen bevorzugt Pflanzen exprimiert
40 werden.

Eine Reihe von Produkten und Nebenprodukten natürlich vorkommender Stoffwechselprozesse in Mikroorganismen, tierischen und pflanzlichen Zellen sind für viele Industriezweige, ein-
45 schließlich der Futtermittel-, Nahrungsmittel-, Kosmetik- und pharmazeutischen Industrie, nützlich. Zu diesen gemeinsam als "Feinchemikalien" bezeichneten Molekülen gehören beispielsweise

2

- Lipide und Fettsäuren, unter denen eine beispielhafte Klasse die mehrfach ungesättigten Fettsäuren sind. Fettsäuren und Triglyceride haben eine Vielzahl von Anwendungen in der Lebensmittelindustrie, der Tierernährung, der Kosmetik und im Pharmabereich. Je nachdem ob es sich um freie gesättigte oder ungesättigte Fettsäuren oder um Triglyceride mit einem erhöhten Gehalt an gesättigten oder ungesättigten Fettsäuren handelt, sind sie für die unterschiedlichsten Anwendungen geeignet, so werden beispielsweise mehrfach ungesättigte Fettsäuren (polyunsaturated fatty acids, PUFAs) Babynahrung zur Erhöhung des Nährwertes zugesetzt. PUFAs haben weiterhin einen positiven Einfluss auf den Cholesterinspiegel im Blut von Menschen und eignen sich daher zum Schutz gegen Herzkrankheiten. So finden sie in verschiedenen diätischen Lebensmitteln oder Medikamenten Anwendung.
- 15 Besonders geeignete Mikroorganismen zur Herstellung von PUFAs sind Mikroorganismen wie Thraustochytrien oder Schizochytrien-Stämme, Algen wie Phaeodactylum tricornutum oder Cryptothecodinium-Arten, Ciliaten, wie Stylonychia oder Colpidium, Pilze, wie
- 20 Mortierella, Entomophthora oder Mucor. Durch Stammselektion ist eine Anzahl von Mutantenstämmen der entsprechenden Mikroorganismen entwickelt worden, die eine Reihe wünschenswerter Verbindungen, einschließlich PUFAs, produzieren. Die Selektion von Stämmen mit verbesserter Produktion eines bestimmten Moleküls
- 25 ist jedoch ein zeitraubendes und schwieriges Verfahren.

- Alternativ kann die Produktion von Feinchemikalien geeigneterweise über die Produktion von Pflanzen, die so entwickelt sind, dass sie die vorstehend genannten PUFAs herstellen, im großen
- 30 Maßstab durchgeführt werden. Besonders gut für diesen Zweck geeignete Pflanzen sind Ölfruchtpflanzen, die große Mengen an Lipidverbindungen enthalten wie Raps, Canola, Lein, Soja, Sonnenblumen, Borretsch und Nachtkerze. Aber auch andere Nutzpflanzen, die Öle oder Lipide und Fettsäuren enthalten, sind gut geeignet,
- 35 wie in der eingehenden Beschreibung dieser Erfindung erwähnt. Mittels herkömmlicher Züchtung ist eine Reihe von Mutantpflanzen entwickelt worden, die ein Spektrum an wünschenswerten Lipiden und Fettsäuren, Cofaktoren und Enzymen produzieren. Die Selektion neuer Pflanzensorten mit verbesserter Produktion
- 40 eines bestimmten Moleküls ist jedoch ein zeitaufwändiges und schwieriges Verfahren oder sogar unmöglich, wenn die Verbindung in der entsprechenden Pflanze nicht natürlich vorkommt, wie im Fall von mehrfach ungesättigten C₁₈-, C₂₀-Fettsäuren und C₂₂-Fettsäuren und solchen mit längeren Kohlenstoffketten.

Aufgrund der positiven Eigenschaften ungesättigter Fettsäuren hat es in der Vergangenheit nicht an Ansätzen gefehlt, Gene, die an der Synthese von Fettsäuren bzw. Triglyceriden beteiligt sind, für die Herstellung von Ölen in verschiedenen Organismen mit geändertem Gehalt an ungesättigten Fettsäuren verfügbar zu machen. So wird in WO 91/13972 und seinem US-Äquivalent eine Δ -9-Desaturase beschrieben. In WO 93/11245 wird eine Δ -15-Desaturase in WO 94/11516 wird eine Δ -12-Desaturase beansprucht. Δ -6-Desaturasen werden in WO 93/06712, US 5,614,393, WO 96/21022 und WO 99/27111 beschrieben. Weitere Desaturasen werden beispielsweise in EP-A-0 550 162, WO 94/18337, WO 97/30582, WO 97/21340, WO 95/18222, EP-A-0 794 250, Stukey et al., J. Biol. Chem., 265, 1990: 20144-20149, Wada et al., Nature 347, 1990: 200-203 oder Huang et al., Lipids 34, 1999: 649-659 beschrieben. In WO 96/13591 wird eine Δ -6-Palmitoyl-ACP-Desaturase beschrieben und beansprucht. Die biochemische Charakterisierung der verschiedenen Desaturasen ist jedoch bisher nur unzureichend erfolgt, da die Enzyme als membrangebundene Proteine nur sehr schwer zu isolieren und charakterisieren sind (McKeon et al., Methods in Enzymol. 71, 1981: 12141-12147, Wang et al., Plant Physiol. Biochem., 26, 1988: 777-792).

In Hefen konnte sowohl eine Verschiebung des Fettsäurespektrums zu ungesättigten Fettsäuren hin als auch eine Steigerung der Produktivität nachgewiesen werden (siehe Huang et al., Lipids 34, 1999: 649-659, Napier et al., Biochem. J., Vol. 330, 1998: 611-614). Die Expression der verschiedenen Desaturasen in transgenen Pflanzen zeigte allerdings nicht den gewünschten Erfolg. Eine Verschiebung des Fettsäurespektrums zu ungesättigten Fettsäuren hin konnte gezeigt werden, gleichzeitig zeigte sich aber, dass die Syntheseleistung der transgenen Pflanzen stark nachließ, das heißt gegenüber den Ausgangspflanzen konnten nur geringere Mengen an Ölen isoliert werden.

Weder in Hefen noch in Pflanzen werden natürlicherweise mehrfach ungesättigte C₂₀- und/oder C₂₂-Fettsäuren mit mindestens zwei Doppelbindungen im Fettsäuremolekül wie Arachidonsäure (ARA) und/oder Eicosapentaensäure (EPA) und/oder Docosahexaensäure (DHA) hergestellt.

Nach wie vor besteht daher ein großer Bedarf an neuen Genen, die für Enzyme kodieren, die an der Biosynthese ungesättigter Fettsäuren beteiligt sind und es ermöglichen, diese in einem technischen Maßstab herzustellen. Keines der bisher bekannten biotechnologischen Verfahren zur Herstellung von mehrfach

ungesättigten Fettsäuren liefert die vorgenannten Fettsäuren in wirtschaftlich nutzbaren Mengen.

Bei der Expression von Genen in Pflanzen gibt es immer wieder Probleme, dass heißt es kommt durch die Expression nicht zur erwarteten Steigerung bei der Herstellung des gewünschten Wertprodukts.

Verschiedene Methoden zum Einschleusen von Genen in das Genom von Pflanzen sind bekannt (Halford NG, Shewry PR, Br. Med. Bull., 2000; 56: 62-73). Ziel ist die Herstellung von Pflanzen mit vorteilhaften, neuen Eigenschaften, zum Beispiel zur Steigerung der landwirtschaftlichen Produktivität, zur Qualitätssteigerung bei Nahrungsmitteln oder zur Produktion bestimmter Chemikalien oder Pharmazeutika (Dunwell JM, J. Exp. Bot., 2000: 51 Spec No: 487-96).

Eine Grundvoraussetzung für die transgene Expression bestimmter Gene ist die Bereitstellung pflanzenspezifischer Promotoren. Promotoren sind wichtige Werkzeuge in der Pflanzenbiotechnologie, um die Expression eines bestimmten Gens in einer transgenen Pflanze lokal und zeitlich zu steuern und so bestimmte Wesensmerkmale der Pflanze auszunutzen bzw. erst zu erzielen. Verschiedene Promotoren für diverse Pflanzenarten, bestimmte Pflanzengewebe und Entwicklungsstadien sind bekannt.

Verwendet werden zum Beispiel konstitutive Promotoren wie der Promotor der Nopalinsynthase aus Agrobacterium, der TR-Doppelpromotor oder der Promotor des 35S-Transkriptes des Blumenkohlmo-saikvirus (CaMV) (Odell et al., Nature 1985: 313,810-812), der OCS (Octopin Synthase) Promotor aus Agrobacterium, der Ubiquitin Promotor (Holtorf S et al., Plant Mol. Biol. 1995, 29:637-646), die Promotoren der vakuolärer ATPase Untereinheiten oder der Promotor eines prolinreichen Proteins aus Weizen (WO 91/13991). Nachteilig bei diesen Promotoren ist, dass sie in fast allen Geweben der Pflanze konstitutiv aktiv sind. Eine gezielte Expression von Genen in bestimmten Pflanzenteilen oder zu bestimmten Entwicklungszeitpunkten ist mit diesen Promotoren nicht möglich.

Promotoren, deren Aktivität gewebsspezifisch oder entwicklungsabhängig reguliert ist, wurden isoliert. Spezifitäten sind für die Antheren, Ovarien, Blüten, Blätter, Stengel, Wurzeln und Samen beschrieben. Die Stringenz der Spezifität, als auch die Expressionsaktivität dieser Promotoren ist sehr unterschiedlich. Zu nennen sind Promotoren, die eine blattspezifische Expression gewährleisten, wie der Promotor der cytosolischen FBPase aus Kartoffel (WO 97/05900), der SSU Promotor (small subunit) der Rubi-

5

sco (Ribulose-1,5-bisphosphatcarboxylase) oder der ST-LSI Promotor aus Kartoffel (Stockhaus et al., EMBO J. 8 (1989), 2445 - 245).

- 5 Weitere Promotoren sind beispielsweise spezifische Promotoren für Knollen, Speicherwurzeln oder Wurzeln, wie beispielsweise der Patatin Promotor Klasse I (B33), der Promotor des Cathepsin D Inhibitors aus Kartoffel, der Promotor der Stärke Synthase (GBSS1) oder der Sporamin Promotor, fruchtspezifische Promotoren, wie
- 10 beispielsweise der fruchtspezifische Promotor aus Tomate (EP-A 409625), fruchtreifungsspezifische Promotoren, wie beispielsweise der fruchtreifungsspezifische Promotor aus Tomate (WO 94/21794), blütenspezifische Promotoren, wie beispielsweise der Phytoen-Synthase Promotor (WO 92/16635) oder der Promotor des P-rr Gens (WO
- 15 98/22593).

Eine Variation der Aktivität eines Promotoren anhängig vom Entwicklungsstadium der Pflanze wird unter anderem von Baerson et al. beschrieben (Baerson SR, Lamppa GK. Plant Mol Biol.

20 1993;22(2):255-67).

- Samenspezifische Promotoren sind aufgrund der Bedeutung des Samens als eine der Hauptnahrungs- bzw. Futterquellen von Mensch und Tier und als Produktionsort für Wertstoffe von besonderen In-
- 25 teresse. Bekannt sind Promotoren, die eine Expression in Samen und pflanzlichen Embryonen steuern. So wurden beispielsweise die Promotoren von Genen identifiziert, die für Speicherproteine verschiedener Dicotyledonen kodieren. Samenspezifische Promotoren sind zum Beispiel der Promotor des Phaseolins (US 5504200, Bustos
- 30 MM et al., Plant Cell. 1989;1(9):839-53), des 2S Albumingens (Johansson LG et al., J Biol Chem 1987, 262:12196-12201), des Legumins (Shirsat A et al., Mol Gen Genet. 1989;215(2):326-331), des USP (unknown seed protein; Bäumlein H et al., Molecular & General Genetics 1991, 225(3):459-67) des Napin Gens (Stalberg K, et
- 35 al., L. Planta 1996, 199:515-519), des Saccharosebindepoteins (WO 00/26388) oder der LeB4-Promotor (Bäumlein H et al., Mol Gen genet 1991, 225: 121-128). Diese steuern eine hohe samenspezifische Expression von Speicherproteinen.

- 40 Trotz der allgemeinen Annahme, daß pflanzliche Promotoren von einer Spezies auf die andere Übertragbar sind und auch in artfremden Pflanzenspezies ähnliche Aktivitäten und Spezifitäten aufweisen, mehren sich Hinweise auf Einschränkungen von dieser Annahme. So zeigte es sich, daß die Höhe der transgenen Expression von he-
- 45 terologen Genen unter Kontrolle dieser Promotoren, oft stark von der Art der Wirtspflanze abhängig ist. Es wurde festgestellt, dass die Expression nicht immer absolut zelltypspezifisch ist.

Unterschiede im Expressionsmuster und der Expressionsstärke eines bestimmten Promotors können durch unterschiedliche Wirtspflanzen oder durch unterschiedliche Insertionsorte in das Genom der Wirtspflanze bedingt sein (Goossens A et al., Plant Phys 1999, 5 120:1095-1104).

Durch eine Genexpression in anderen Pflanzenteilen kann die Verwendung eines Promoters in einer anderen Pflanzenart sehr eingeschränkt sein. Etwa wenn die Expression des Genes in den Metabolismus der Zelle, die Zusammensetzung der Membranlipide oder die Biosynthese eingreift. 10

Es bestand daher die Aufgabe weitere Expressionskassetten für die Expression in Pflanzen zur Verfügung zu stellen. Und diese für 15 die Expression von Genen vorteilhaft Biosynthesegenen allein oder gegebenenfalls in Kombination mit anderen Enzymen in einem Verfahren beispielsweise zur Herstellung mehrfach ungesättigter Fettsäuren zu verwenden. Diese Aufgabe wurde durch die erfindungsgemäßen Expressionskassette mit einer Struktur ausgewählt 20 aus der Gruppe gelöst:

- a) L1 - Promotor - Strukturgen - L2,
- b) L1 - Promotor - Strukturgen - L2 - L1 - Promotor - Strukturgen - L2, 25
- c) L1 - Promotor - Strukturgen - L2 - L1 - Promotor - Strukturgen - L2 - L1 - Promotor - Strukturgen - L2,

30 wobei L1, L2, Promotor und Strukturgen die folgende Bedeutung hat:

L1 = SEQ ID NO: 32 oder eine äquivalente Restriktionsschnittstellen enthaltende Sequenz, 35

L2 = unabhängig voneinander SEQ ID NO: 33, 34 oder 35 oder äquivalente Restriktionsschnittstellen enthaltende Sequenzen,

Promotor = pflanzlicher Promotor

40

Strukturgen = eine in Pflanzen exprimierbare Nukleinsäuresequenz.

Vorteilhaft ist das Strukturgen ein Biosynthesegen, bevorzugt 45 ist es ein Biosynthesegen des Lipid- oder Fettsäurestoffwechsels, vorteilhaft ein pflanzliches Gen. In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform ist das Strukturgen eine Nukleinsäuresequenz,

die für Proteine ausgewählt aus der Gruppe :

- Acyl-CoA-Dehydrogenase(n), Acyl-ACP[= acyl carrier protein]-Desaturase(n), Acyl-ACP-Thioesterase(n), Fettsäure-Acyl-Transferase(n), Fettsäure-Synthase(n), Fettsäure-Hydroxylase(n), Acetyl-Coenzym A-Carboxylase(n), Acyl-Coenzym A-Oxidase(n), Fettsäure-Desaturase(n), Fettsäure-Acetylenasen, Lipoxxygenasen, Triacylglycerol-Lipasen, Allenoxid-Synthasen, Hydroperoxid-Lyasen oder Fettsäure-Elongase(n), kodiert.

10 Ganz besonders bevorzugt ist das Strukturgen eine Nukleinsäuresequenz ausgewählt aus der Gruppe:

- a) einer Nukleinsäuresequenz mit der in SEQ ID NO: 1, SEQ ID NO: 3, SEQ ID NO: 5 oder SEQ ID NO: 11 dargestellten Sequenz,
- 15 b) Nukleinsäuresequenzen, die aufgrund des degenerierten genetischen Codes durch Rückübersetzung der in SEQ ID NO: 2, SEQ ID NO: 4, SEQ ID NO: 6 oder SEQ ID NO: 12 dargestellten Aminosäuresequenzen erhalten werden,
- 20 c) Derivate der in SEQ ID NO: 1, SEQ ID NO: 3, SEQ ID NO: 5 oder SEQ ID NO: 11 dargestellten Nukleinsäuresequenz, die für Polypeptide mit der in SEQ ID NO: 2, SEQ ID NO: 4, SEQ ID NO: 6 oder SEQ ID NO: 12 dargestellten Aminosäuresequenzen codieren
- 25 und mindestens 50 % Homologie auf Aminosäureebene aufweisen, ohne daß die enzymatische Wirkung der Polypeptide wesentlich reduziert ist.

Unter einer äquivalente Restriktionsschnittstellen enthaltende Sequenz im Sinne der Erfindung sind Sequenzen zu verstehen, die Restriktionsschnittstellen enthalten, die für den Aufbau multiplexer Expressionskassetten geeignet sind, das heißt geeigneter Weise nicht im Strukturgen vorhanden sind oder im binären Vektor. Solche Restriktionsschnittstellen wie beispielhaft EcoRI, BamHI, 35 SacI, PstI, NcoI, NdeI, BglI, BglII, XhoI, Xba und weitere sind dem Fachmann bekannt und können einschlägigen Fachbüchern entnommen werden.

Die erfindungsgemäßen Expressionskassetten können für die Expression von Genen in wirtschaftlich wichtigen Kulturpflanzen wie beispielsweise Lein, für die keine endogenen samenspezifischen Promotoren bekannt waren, verwendet werden. Lein ist, wie die vorliegenden Arbeiten zeigten, für eine samenspezifische Expression von Genen besonders problematisch, da offensichtlich mehrere 45 Promotoren, die vom Fachmann für samenspezifische Expression in anderen Pflanzen routinemäßig benutzt werden, in z.B. in anderen Pflanzen wie Lein nicht funktionieren, das heißt nicht zu einer

Transkription bzw. letztlich zu einer Expression der mRNA des Strukturgens führt.

Verwendung der oben genannten erfindungsgemäßen Expressionskas-
5 setten in einem Verfahren zur Herstellung von Fettsäureestern mit einem erhöhtem Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren mit mindestens zwei Doppelbindungen dadurch gekennzeichnet, daß man mindestens eine Nukleinsäuresequenz ausgewählt aus der Gruppe

- 10 a) einer Nukleinsäuresequenz mit der in SEQ ID NO: 1, SEQ ID NO: 3, SEQ ID NO: 5 oder SEQ ID NO: 11 dargestellten Sequenz,
- b) Nukleinsäuresequenzen, die aufgrund des degenerierten
15 genetischen Codes durch Rückübersetzung der in SEQ ID NO: 2, SEQ ID NO: 4, SEQ ID NO: 6 oder SEQ ID NO: 12 dargestellten Aminosäuresequenzen erhalten werden,
- c) Derivate der in SEQ ID NO: 1, SEQ ID NO: 3, SEQ ID NO: 5
20 oder SEQ ID NO: 11 dargestellten Nukleinsäuresequenz, die für Polypeptide mit der in SEQ ID NO: 2, SEQ ID NO: 4, SEQ ID NO: 6 oder SEQ ID NO: 12 dargestellten Aminosäuresequenzen codieren und mindestens 50 % Homologie auf Aminosäureebene aufweisen, ohne dass die enzymatische Wirkung
25 der Polypeptide wesentlich reduziert ist,

in einen Fettsäureester produzierenden Organismus einbringt, anzieht und die dem Organismus enthaltenden Fettsäureester isoliert.

30 Bei den im Verfahren verwendeten Nukleinsäuresequenzen handelt es sich um isolierte Nukleinsäuresequenzen, die für Polypeptide mit Δ -5-, Δ -6- oder Δ -12-Desaturaseaktivität codieren.

35 Im Verfahren werden vorteilhaft Fettsäureester mit mehrfach ungesättigten C_{18} -, C_{20} - und/oder C_{22} -Fettsäuremolekülen mit mindestens zwei Doppelbindungen im Fettsäureester hergestellt. Bevorzugt enthalten diese Fettsäuremoleküle drei, vier oder fünf Doppelbindungen und führen vorteilhaft zur Synthese von Arachidonsäure (ARA), Eicosapentaensäure (EPA) oder Docosahexaensäure
40 (DHA).

Die Fettsäureester mit mehrfach ungesättigten C_{18} -, C_{20} - und/oder C_{22} -Fettsäuremolekülen können aus den Organismen, die für die Her-
45 stellung der Fettsäureester verwendet wurden, in Form eines Öls oder Lipids beispielsweise in Form von Verbindungen wie Sphingolipide, Phosphoglyceride, Lipide, Glycolipide, Phospholipide,

Monoacylglyceride, Diacylglyceride, Triacylglyceride oder sonstige Fettsäureester, die die mehrfach ungesättigten Fettsäuren mit mindestens zwei Doppelbindungen enthalten, isoliert werden.

5

Als Organismus für die Herstellung im Verfahren kommen prinzipiell alle prokaryontischen oder eukaryontischen Organismen wie prokaryontische oder eukaryontische Mikroorganismen wie gram-positive oder gram-negative Bakterien, Pilze, Hefen, Algen, Ciliaten, tierische oder pflanzliche Zellen, Tiere oder Pflanzen wie Moose, zweikeimblättrige oder einkeimblättrige Pflanzen in Frage. Vorteilhaft werden Organismen im erfindungsgemäßen Verfahren verwendet, die zu den Öl-produzierenden Organismen gehören, das heißt die für die Herstellung von Ölen verwendet werden, wie Mikroorganismen wie *Cryptothecodinium*, *Thraustochytrium*, *Phaeodactylum* und *Mortierella*, *Entomophthora*, *Mucor*, *Cryptothecodinium* sowie andere Algen oder Pilze sowie Tiere oder Pflanzen, insbesondere Pflanzen bevorzugt Ölfruchtpflanzen, die große Mengen an Lipidverbindungen enthalten, wie Sojabohne, Erdnuss, Raps, Canola, Sonnenblume, Safflor, Nachtkerze, Lein, Soja, Borretsch, Bäume (Ölpalme, Kokosnuss) oder Feldfrüchte, wie Mais, Weizen, Roggen, Hafer, Triticale, Reis, Gerste, Baumwolle, Maniok, Pfeffer, Tagetes, Solanaceen-Pflanzen, wie Kartoffel, Tabak, Aubergine und Tomate, Vicia-Arten, Erbse, Alfalfa oder Buschpflanzen (Kaffee, Kakao, Tee), *Salix*-Arten, Bäume (Ölpalme, Kokosnuss) sowie ausdauernde Gräser und Futterfeldfrüchte. Besonders bevorzugte erfindungsgemäße Pflanzen sind Ölfruchtpflanzen, wie Soja, Erdnuss, Raps, Canola, Lein, Nachtkerze, Sonnenblume, Safflor oder Bäume (Ölpalme, Kokosnuss).

30

Das Verfahren beinhaltet entweder die Züchtung eines geeigneten transgenen Organismus bzw. transgenen Mikroorganismus oder die Züchtung von transgenen Pflanzenzellen, -geweben, -organen oder ganzen Pflanzen, umfassend die erfindungsgemäßen Nukleotidsequenzen der SEQ ID NO: 1, 3, 5 oder 11 gegebenenfalls in Verbindungen mit den in SEQ ID NO: 7 und/oder SEQ ID NO: 9 dargestellten Sequenzen allein oder in Kombination mit Sequenzen von vorteilhaften erfindungsgemäßen Expressionskassetten in vorteilhaften Vektoren mit SEQ ID NO: 13-17 oder ihre Homologen, Derivate oder Analoga oder ein Genkonstrukt, das die SEQ ID NO: 1, 3, 5 oder 11 ggf. in Verbindung mit SEQ ID NO: 7 und/oder 9 oder ihre Homologen, Derivate oder Analoga umfasst, oder einen Vektor, der diese Sequenz oder das Genkonstrukt umfasst, welches die Expression erfindungsgemäßer Nukleinsäuremoleküle herbeiführt, so dass eine Feinchemikalie produziert wird. Bei einer bevorzugten Ausführungsform umfasst das Verfahren ferner den Schritt des Gewinnens einer Zelle, die eine solche erfindungsgemäße Nukleinsäuresequen-

zen enthält, wobei eine Zelle mit einer Desaturasenukleinsäuresequenz, einem Genkonstrukt oder einem Vektor, welche die Expression einer erfindungsgemäßen Desaturasenukleinsäure allein oder in Kombination herbeiführen, transformiert wird. Bei einer
5 weiteren bevorzugten Ausführungsform umfasst dieses Verfahren ferner den Schritt des Gewinnens der Feinchemikalie aus der Kultur. Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform gehört die Zelle zur Ordnung der Ciliaten, zu Mikroorganismen, wie Pilzen, oder zum Pflanzenreich, insbesondere zu Ölfruchtpflanzen,
10 besonders bevorzugt sind Mikroorganismen oder Ölfruchtpflanzen beispielsweise Erdnuss, Raps, Canola, Lein, Soja, Safflower (Distel), Sonnenblumen oder Borretsch.

Unter transgen im Sinne der Erfindung ist zu verstehen, daß die
15 im Verfahren verwendeten Nukleinsäuren oder die erfindungsgemäßen Expressionskassetten nicht an ihrer natürlichen Stelle im Genom eines Organismus sind, dabei können die Nukleinsäuren homolog oder heterolog exprimiert werden. Transgen bedeutet aber auch, dass die Nukleinsäuren oder Expressionskassetten an ihrem natürlichen Platz im Genom eines Organismus sind, dass jedoch die Sequenz gegenüber der natürlichen Sequenz verändert wurde und/oder
20 das die Regulationssequenzen, der natürlichen Sequenzen verändert wurden. Bevorzugt ist unter transgen die Expression der erfindungsgemäßen Nukleinsäuren an nicht natürlicher Stelle im Genom
25 zu verstehen, das heißt eine homologe oder bevorzugt heterologe Expression der Nukleinsäuren liegt vor. Bevorzugte transgene Organismen sind die oben genannten transgenen Pflanzen bevorzugt Ölfruchtpflanzen.

30 Aus den im Verfahren hergestellten Fettsäureestern lassen sich die enthaltenden mehrfach ungesättigten Fettsäuren beispielsweise über eine Alkalibehandlung wie wässrige KOH oder NaOH vorteilhaft in Gegenwart eines Alkohols wie Methanol oder Ethanol freisetzen und isolieren über beispielsweise Phasentrennung und anschließen-
35 der Ansäuerung über z.B. H_2SO_4 .

Die im Verfahren hergestellten Fettsäureester fallen in Form von Ölen, Lipiden und/oder Fettsäuren an, die mindestens zwei Doppelbindungen in den Fettsäuremolekülen bevorzugt drei, vier, fünf
40 oder sechs Doppelbindungen enthalten. Auch sind Zusammensetzungen, die die genannten Öl-, Lipid- und/oder Fettsäuren enthalten, sowie die Verwendung der Öle, Lipide und/oder Fettsäuren oder der Zusammensetzungen in Futter, Nahrungsmitteln, Kosmetika oder Pharmazeutika ein weiterer Anwendungsmöglichkeit der vorgenannten
45 Stoffe.

11

- Ein weiterer Aspekt betrifft ein Verfahren zur Modulation der Produktion eines Moleküls durch einen Mikroorganismus. Diese Verfahren umfassen das Zusammenbringen der Zelle mit einer Substanz, welche die erfindungsgemäßen Desaturaseaktivität allein oder in
- 5 Kombination oder die Desaturasenukleinsäureexpression moduliert, so dass eine zellassozierte Aktivität relativ zu der gleichen Aktivität in Abwesenheit der Substanz verändert wird. Bei einer bevorzugten Ausführungsform wird/werden ein oder zwei Stoffwechselweg(e) der Zelle für Lipide und Fettsäuren, Cofaktoren und En-
- 10 zyme moduliert oder der Transport von Verbindungen über diese Membranen moduliert, so dass die Ausbeute oder die Rate der Produktion einer gewünschten Feinchemikalie durch diesen Mikroorganismus verbessert ist. Die Substanz, welche die Desaturaseaktivität moduliert, kann eine Substanz sein, welche die
- 15 Desaturaseaktivität oder Desaturasenukleinsäureexpression stimuliert oder die als Zwischenprodukt bei der Fettsäurebiosynthese verwendet werden kann. Beispiele für Substanzen, welche die Desaturaseaktivität oder Desaturasenukleinsäureexpression stimulieren, sind u.a. kleine Moleküle, aktive Desaturasen sowie
- 20 desaturasenkodierende Nukleinsäuren, die in die Zelle eingebracht worden sind. Beispiele für Substanzen, welche die Desaturaseaktivität oder -Expression hemmen, sind u.a. kleine Moleküle und Antisense- Desaturasenukleinsäuremoleküle.
- 25 Ein weiterer Aspekt betrifft ein Verfahren zur Modulation der Ausbeuten einer gewünschten Verbindung aus einer Zelle, umfassend das Einbringen eines Wildtyp- oder Mutanten-Desaturasegens, das entweder auf einem separaten Plasmid gehalten oder in das Genom der Wirtszelle integriert wird, in eine Zelle. Bei Integration in
- 30 das Genom kann die Integration zufallsgemäß sein oder durch derartige Rekombination erfolgen, dass das native Gen durch die eingebrachte Kopie ersetzt wird, wodurch die Produktion der gewünschten Verbindung durch die Zelle moduliert wird, oder durch Verwendung eines Gens in trans, so dass das Gen mit einer funktionellen Expressionseinheit, welche mindestens eine die Expression eines Gens gewährleistende Sequenz und mindestens eine die Polyadenylierung eines funktionell transkribierten Gens gewähr-
- 35 leistende Sequenz enthält, funktionell verbunden ist.
- 40 Bei einer bevorzugten Form des Verfahrens sind die Ausbeuten modifiziert. Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform wird die gewünschte Chemikalie vermehrt, wobei unerwünschte störende Verbindungen vermindert werden können. Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist die gewünschte Fein-
- 45 chemikalie ein Lipid oder eine Fettsäure, ein Cofaktor oder ein Enzym. Bei besonders bevorzugten Ausführungsform ist diese Chemikalie eine mehrfach ungesättigte Fettsäure. Stärker bevor-

12

zugt ist sie ausgewählt aus Arachidonsäure (ARA), Eicosapentaensäure (EPA) oder Docosahexaensäure (DHA).

Die vorliegende Erfindung stellt vorteilhafte Multiexpressions-
5 kassetten und Konstrukte zur multiparallelen samenspezifischen Expression von Genkombinationen in Pflanzen zur Verfügung.

Diese können im oben beschriebenen Verfahren zur Expression von Genen, bevorzugt den in SEQ ID NO: 1, SEQ ID NO: 3, SEQ ID NO: 5,
10 SEQ ID NO: 7, SEQ ID NO: 9 oder SEQ ID NO: 11 beschriebenen, in Algen und Pilzen und Pflanzen, insbesondere Ölfruchtpflanzen sind bevorzugte Organismen für das Verfahren verwendet werden.

Durch die Verwendung der erfindungsgemäßen Expressionskassetten
15 können im Verfahren in Verbindung mit den oben genannten Nukleinsäuremoleküle zur gentechnologisch Veränderung von Pflanzen verwendet werden, so dass sie schließlich zur Herstellung von besseren oder effizienteren Produzenten einer oder mehrerer Feinchemikalien führen. Diese verbesserte Produktion oder Effizienz der
20 Produktion einer Feinchemikalie kann durch eine direkte Wirkung der Manipulation eines erfindungsgemäßen Gens oder durch eine indirekte Wirkung dieser Manipulation hervorgerufen werden. Unter Feinchemikalien sind im Sinne der Erfindung beispielsweise Fettsäureester, die mehrfach ungesättigte Fettsäuren mit mindestens
25 zwei Doppelbindungen enthalten wie Sphingolipide, Phosphoglyceride, Lipide, Glycolipide, Phospholipide, Monoacylglyceride, Diacylglyceride, Triacylglyceride oder sonstige Fettsäureester, die die mehrfach ungesättigten Fettsäuren mit mindestens zwei Doppelbindungen enthalten, zu verstehen. Weiter sind darunter zu ver-
30 stehen Verbindungen wie Vitamine beispielsweise Vitamin E, Vitamin C, Vitamin B2, Vitamin B6, Pantolacton, Carotinoide wie Astaxanthin, β -Carotin, Zeaxanthin und andere.

Moose und Algen sind die einzigen bekannten Pflanzensysteme,
35 die erhebliche Mengen an mehrfach ungesättigten Fettsäuren, wie Arachidonsäure (ARA) und/oder Eicosapentaensäure (EPA) und/oder Docosahexaensäure (DHA) herstellen. Moose enthalten PUFAs in Membranlipiden während Algen, algenverwandte Organismen und einige Pilze auch nennenswerte Mengen an PUFAs in der Triacyl-
40 glycerolfraktion akkumulieren. Daher eignen sich Nukleinsäuremoleküle, die aus solchen Stämmen isoliert werden, die PUFAs auch in der Triacylglycerolfraktion akkumulieren, besonders vorteilhaft zur Modifikation des Lipid- und PUFA-Produktionssystems in einem Wirt, insbesondere in Mikroorganismen, wie den vorstehend
45 erwähnten Mikroorganismen, und Pflanzen, wie Ölfruchtpflanzen,

13

beispielsweise Raps, Canola, Lein, Soja, Sonnenblumen, Borretsch. Sie sind deshalb vorteilhaft im Verfahren verwendbar.

Die im Verfahren unter Verwendung der erfindungsgemäßen Expressionskassetten verwendeten Nukleinsäuresequenzen codieren für Desaturasen, die zur Produktion langkettiger mehrfach ungesättigter Fettsäuren, vorzugsweise mit mehr als sechzehn, achtzehn oder zwanzig Kohlenstoffatomen im Kohlenstoffgrundgerüst der Fettsäure und/oder mindestens zwei Doppelbindungen in der Kohlenstoffkette, geeignet sind, wobei eine Nukleinsäure für ein Enzym codiert, das Doppelbindungen in die Δ -5-Position, in einem anderen Fall in die Δ -6-Position und in einem weiteren Fall in die Δ -12-Position einführen kann. Mithilfe dieser Nukleinsäuren können hohe Mengen an PUFAs in der Triacylglycerolfraktion erhalten werden. Weiterhin wurden weitere Desaturasen isoliert, die allein oder zusammen mit einer Δ -4-Desaturase für ein Verfahren zur Produktion polyungesättigter Fettsäuren genutzt werden können. Dabei ist in der Anmeldung unter dem Singular d.h. unter einem Desaturasegen oder -Protein auch der Plural d.h. die Desaturasegenen oder -Proteinen zu verstehen.

Die Herstellung einer Triensäure mit C_{18} -Kohlenstoffkette mithilfe von Desaturasen konnte bisher gezeigt werden. In diesen literaturbekannten Verfahren wurde die Herstellung von γ -Linolensäure beansprucht. Bisher konnte jedoch niemand die Herstellung sehr langkettiger mehrfach ungesättigter Fettsäuren (mit C_{20} - und längerer Kohlenstoffkette sowie von Triensäuren und höher ungesättigten Typen) allein durch modifizierte Organismen zeigen.

Zur Herstellung der erfindungsgemäßen langkettiger PUFAs müssen die mehrfach ungesättigten C_{18} -Fettsäuren zunächst durch die enzymatische Aktivität einer Elongase um mindestens zwei Kohlenstoffatome verlängert werden. Nach einer Elongationsrunde führt diese Enzymaktivität zu C_{20} -Fettsäuren, und nach zwei, drei und vier Elongationsrunden zu C_{22} -, C_{24} - oder C_{26} -Fettsäuren. Die in dieser Erfindung offenbarten Nukleinsäuresequenzen, die für verschiedene Desaturasen codieren, können im Konzert mit Elongasen zu sehr langkettigen, polyungesättigten führen. Die Aktivität der erfindungsgemäßen Desaturasen führt vorzugsweise zu C_{18} -, C_{20} - und/oder C_{22} -Fettsäuren mit mindestens zwei Doppelbindungen im Fettsäuremolekül, vorzugsweise mit drei, vier, fünf oder sechs Doppelbindungen, besonders bevorzugt zu C_{18} - und/oder C_{20} -Fettsäuren mit mindestens zwei Doppelbindungen im Fettsäuremolekül, vorzugsweise mit drei, vier oder fünf Doppelbindungen im Molekül. Die Fettsäureelongation kann durch Kombination der erfindungsgemäßen Desaturasen mit einer Elongaseaktivität erfolgen, wobei die durch die in SEQ ID NO: 9 codierte Elongase vorteilhaft verwendet

- werden kann. Nachdem die Verlängerung mit dem erfindungsgemäßen Enzym(en) stattgefunden hat, können weitere Desaturierungsschritte wie z.B. eine solche in Δ -5-Position erfolgen. Auch die Kombination mit anderen Elongasen wie solche, die zu einer Ver-
- 5 längerung von C₁₈- auf C₂₀- oder von C₂₀- auf C₂₂₋₂₄ Ketten wie in WO0012720 offenbart führt, kann Verwendung finden und/oder einer Desaturase mit Aktivität für Δ -4-Position kann vorteilhaft eingesetzt werden, um die hoch desaturierten Fettsäuren zu erhalten. Daher führen die Produkte der Desaturaseaktivitäten und der
- 10 möglichen weiteren Desaturierung zu bevorzugten PUFAs mit einem höheren Desaturierungsgrad, wie Dihomo-gamma-Linolensäure, Docosadiensäure, Arachidonsäure, ω 6-Eicosatriendihomo- γ -linolensäure, Eicosapentaensäure, ω 3-Eicosatriensäure, ω 3-Eicosatetraensäure, Docosapentaensäure oder Docosahexaensäure. Substrate der
- 15 erfindungsgemäßen Enzymaktivität sind zum Beispiel Taxolsäure; 6,9-Octadecadiensäure, Linolsäure, Pinolensäure, α -oder γ -Linolensäure oder Stearidonsäure sowie Arachidonsäure, Eicosatetraensäure, Docosapentaensäure, Eicosapentaensäure. Bevorzugte Substrate sind Linolsäure, γ -Linolensäure und/oder α -Linolensäure
- 20 sowie Arachidonsäure, Eicosatetraensäure, Docosapentaensäure, Eicosapentaensäure. Besonders bevorzugt als Produkte des erfindungsgemäßen Verfahrens sind Arachidonsäure, Docosapentaensäure, Eicosapentaensäure. Die C₁₈-Fettsäuren mit mindestens zwei Doppelbindungen in der Fettsäure können durch die erfindungs-
- 25 gemäße enzymatische Aktivität in Form der freien Fettsäure oder in Form der Ester, wie Phospholipide, Glycolipide, Sphingolipide, Phosphoglyceride, Monoacylglyceride, Diacylglyceride oder Triacylglyceride, verlängert werden.
- 30 Für die menschliche Ernährung ist konjugierte Linolsäure "CLA" von besonderer Bedeutung. Unter CLA versteht man insbesondere Fettsäuren wie C18:2 ⁹ cis, 11trans oder das Isomer C18:2 ¹⁰trans, 12 cis, die aufgrund menschlicher Enzymsysteme nach Aufnahme im Körper desaturiert bzw. elongiert werden können und zu gesundheits-
- 35 fördernden Effekten beitragen können. Mit den erfindungsgemäßen Desaturasen (Δ -12-Desaturase) können auch solche konjugierten Fettsäuren mit wenigstens zwei Doppelbindungen im Molekül desaturiert werden und damit solche gesundheitsfördernden Fettsäuren der menschlichen Ernährung zugeführt werden. Weitere
- 40 Beispiel für konjugierte Fettsäuren sind alpha-Parinarinsäure, Punicasäure, Eleostearinsäure und Calendulasäure.

Unter der Verwendung von der erfindungsgemäßen Expressionkassetten in Klonierungsvektoren in Pflanzen und bei der Pflanzentrans-

45 formation, wie denjenigen, die veröffentlicht sind in und dort zitiert sind: Plant Molecular Biology and Biotechnology (CRC Press, Boca Raton, Florida), Kapitel 6/7, S. 71-119 (1993); F.F.

15

White, Vectors for Gene Transfer in Higher Plants; in: Transgenic Plants, Bd. 1, Engineering and Utilization, Hrsgb.: Kung und R. Wu, Academic Press, 1993, 15-38; B. Jenes et al., Techniques for Gene Transfer, in: Transgenic Plants, Bd. 1, Engineering and Utilization, Hrsgb.: Kung und R. Wu, Academic Press (1993), 128-143; Potrykus, Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Molec. Biol. 42 (1991), 205-225)), lassen sich Gene vorteilhaft Biosynthesegene wie die oben beschriebenen Nukleinsäuren zur gentechnologischen Veränderung eines breiten Spektrums an Pflanzen verwenden, so dass diese ein besserer oder effizienterer Produzent beispielsweise eines oder mehrerer von Lipiden hergeleiteter Produkte, wie PUFAs, werden. Diese verbesserte Produktion oder Effizienz der Produktion eines beispielsweise von Lipiden hergeleiteten Produktes, wie PUFAs, kann durch direkte Wirkung der Manipulation oder eine indirekte Wirkung dieser Manipulation hervorgerufen werden.

Es gibt eine Reihe von Mechanismen, durch die die Veränderung eines erfindungsgemäßen Desaturaseproteins die Ausbeute, Produktion und/oder Effizienz der Produktion einer Feinchemikalie aus einer Ölfruchtpflanze oder einem Mikroorganismus aufgrund eines veränderten Proteins direkt beeinflussen kann. Die Anzahl oder Aktivität des Desaturaseproteins oder -Gens sowie von Genkombinationen von Desaturasen und Elongasen kann erhöht sein, so dass größere Mengen dieser Verbindungen de novo hergestellt werden, weil den Organismen diese Aktivität und Fähigkeit zur Biosynthese vor dem Einbringen des entsprechenden Gens fehlte. Entsprechendes gilt für die Kombination mit weiteren Desaturasen oder Elongasen oder weiteren Enzymen aus dem Lipidstoffwechsel. Auch die Verwendung verschiedener divergenter, d.h. auf DNA-Sequenzebene unterschiedlicher Sequenzen kann dabei vorteilhaft sein bzw. die Verwendung von Promotoren zur Genexpression, die eine andere zeitliche Genexpression z.B. abhängig vom Reifegrad eines Samens oder Öl-speichernden Gewebes ermöglicht.

35

Durch das Einbringen eines Desaturasegens oder mehrerer Desaturasegene unter Kontrolle der erfindungsgemäßen Expressionskassetten in einen Organismus allein oder in Kombination mit anderen Genen in eine Zelle kann nicht nur den Biosynthesefluss zum Endprodukt erhöht, sondern auch die entsprechende Zusammensetzung der Enprodukte beispielsweise der Triacylglycerine erhöht oder de novo geschaffen werden. Ebenso kann die Anzahl oder Aktivität anderer Gene, die am Import von Nährstoffen, die zur Biosynthese einer oder mehrerer Feinchemikalien (z.B. Fettsäuren, polaren und neutralen Lipiden) nötig sind, erhöht sein, so dass die Konzentration dieser Vorläufer, Cofaktoren oder Zwischenverbindungen innerhalb der Zellen oder innerhalb des Speicherkompartiments er-

16

hört ist, wodurch die Fähigkeit der Zellen zur Produktion von PU-
FAs, wie im folgenden beschrieben, weiter gesteigert wird. Fett-
säuren und Lipide sind selbst als Feinchemikalien wünschenswert;
durch Optimierung der Aktivität oder Erhöhung der Anzahl einer
5 oder mehrerer Desaturasen, die an der Biosynthese dieser Verbin-
dungen beteiligt sind, oder durch Zerstören der Aktivität einer
oder mehrerer Desaturasen, die am Abbau dieser Verbindungen be-
teiligt sind, kann es möglich sein, die Ausbeute, Produktion und/
oder Effizienz der Produktion von Fettsäure- und Lipidmolekülen
10 aus Pflanzen oder Mikroorganismen zu steigern.

Die Mutagenese der/des erfindungsgemäßen Desaturasegene(s) kann
weiterhin zu einem Desaturaseprotein mit geänderten Aktivitäten
führen, welche die Produktion einer oder mehrerer gewünschter
15 Feinchemikalien direkt oder indirekt beeinflussen. Beispiels-
weise kann die Anzahl oder Aktivität der/des erfindungsgemäßen
Desaturasegens(e) gesteigert werden, so dass die normalen Stoff-
wechselabfälle oder -nebenprodukte der Zelle (deren Menge mög-
licherweise aufgrund der Überproduktion der gewünschten Fein-
20 chemikalie erhöht ist) effizient exportiert werden, bevor sie
andere Moleküle oder Prozesse innerhalb der Zelle (welche die
Lebensfähigkeit der Zelle senken würden) zerstören oder die Bio-
synthesewege der Feinchemikalie stören würden (wodurch die Aus-
beute, Produktion oder Effizienz der Produktion der gewünschten
25 Feinchemikalie verringert wird). Ferner können die relativ großen
intrazellulären Mengen der gewünschten Feinchemikalie selbst
toxisch für die Zelle sein oder Enzym-Rückkopplungsmechanismen,
wie die allosterische Regulation, stören, beispielsweise könnte
sie durch Steigerung der Aktivität oder Anzahl anderer strom-
30 abwärts folgender Enzyme oder Entgiftungsenzyme des PUFA-Wegs
die Allokation der PUFA in die Triacylglycerin-Fraktion steigern,
man könnte die Lebensfähigkeit von Saatzellen erhöhen, was
wiederum zu besserer Entwicklung von Zellen in Kultur oder zu
Saaten führt, die die gewünschte Feinchemikalie produzieren.
35 Das erfindungsgemäße Desaturasegen kann auch so manipuliert
werden, dass die entsprechenden Mengen der verschiedenen Lipid-
und Fettsäuremoleküle hergestellt werden. Dies kann eine ein-
schneidende Wirkung auf die Lipidzusammensetzung der Membran
der Zelle haben und erzeugt neue Öle zusätzlich zum Auftreten
40 neusynthetisierter PUFAs. Da jeder Lipidtyp unterschiedliche
physikalische Eigenschaften hat, kann eine Veränderung der
Lipidzusammensetzung einer Membran die Membranfluidität erheb-
lich verändern. Änderungen der Membranfluidität können sich
auf den Transport von Molekülen über die Membran sowie auf die
45 Unversehrtheit der Zelle auswirken, die beide eine entscheidende
Wirkung auf die Produktion von Feinchemikalien besitzen. In
Pflanzen können diese Änderungen überdies auch andere Merk-

male, wie Toleranz gegenüber abiotischen und biotischen Stress-situationen, beeinflussen.

- Im Verfahren können isolierte Nukleinsäuremoleküle (z.B. cDNAs),
- 5 umfassend Nukleotidsequenzen, die eine Desaturase oder mehrere Desaturasen oder biologisch aktive Teile davon codieren, oder Nukleinsäurefragmente, die sich als Primer oder Hybridisierungssonden zum Nachweis oder zur Amplifikation desaturasekodierender Nukleinsäuren (z.B. DNA oder mRNA) eignen, verwendet werden. Bei
- 10 besonders bevorzugten Ausführungsformen umfasst das Nukleinsäuremolekül eine der in Sequenz ID NO:1 bzw 3 und 5 dargestellten Nukleotidsequenzen oder die kodierende Region oder ein Komplement einer dieser Nukleotidsequenzen. Bei anderen besonders bevorzugten Ausführungsformen umfasst das isolierte Nukleinsäuremolekül
- 15 eine Nukleotidsequenz, die an eine Nukleotidsequenz, wie in der Sequenz SEQ ID NO: 1, 3, 5 oder 11 dargestellt, oder einen Teil davon hybridisiert oder zu mindestens etwa 50 %, vorzugsweise mindestens etwa 60 %, stärker bevorzugt mindestens etwa 70 %, 80 % oder 90 % und noch stärker bevorzugt mindestens etwa 95 %, 20 96 %, 97 %, 98 %, 99 % oder mehr homolog dazu ist. Bei anderen bevorzugten Ausführungsformen kodiert das isolierte Nukleinsäuremolekül eine der in der Sequenz SEQ ID NO: 2, 4, 6 oder 12 dargestellten Aminosäuresequenzen. Das bevorzugte Desaturasegen besitzt vorzugsweise auch mindestens eine der hier beschriebenen
- 25 Desaturaseaktivitäten.

- Bei einer weiteren Ausführungsform kodiert das isolierte Nukleinsäuremolekül ein Protein oder einen Teil davon, wobei das Protein oder der Teil davon eine Aminosäuresequenz enthält,
- 30 die ausreichend homolog zu einer Aminosäuresequenz der Sequenz SEQ ID NO: 2, 4, 6 oder 12 ist, dass das Protein oder der Teil davon eine Desaturaseaktivität beibehält. Vorzugsweise behält das Protein oder der Teil davon, das/der von dem Nukleinsäuremolekül kodiert wird, die Fähigkeit, am Stoffwechsel von zum Aufbau
- 35 von Zellmembranen von Pflanzen notwendigen Verbindungen oder am Transport von Molekülen über diese Membranen teilzunehmen. Bei einer Ausführungsform ist das von dem Nukleinsäuremolekül kodierte Protein zu mindestens etwa 50 %, vorzugsweise mindestens etwa 60 % und stärker bevorzugt mindestens etwa 70 %, 80 % oder
- 40 90 % und am stärksten bevorzugt mindestens etwa 95 %, 96 %, 97 %, 98 %, 99 % oder mehr homolog zu einer Aminosäuresequenz der Sequenz SEQ ID NO: 2, 4, 6 oder 12. Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist das Protein ein Volllängen-Protein, das im wesentlichen in Teilen homolog zu einer gesamten Aminosäuresequenz der SEQ ID NO: 2, 4, 6 oder 12 (die von dem in
- 45

18

SEQ ID NO: 1, 3, 5 oder 11 gezeigten offenen Leserahmen herrührt) ist.

Bei anderen Ausführungsformen umfasst die isolierte Desaturase
5 eine Aminosäuresequenz, die zu mindestens etwa 50 % homolog zu einer der Aminosäuresequenzen der SEQ ID NO: 2, 4, 6 oder 12 ist und am Stoffwechsel von zum Aufbau von Fettsäuren in einem Mikroorganismus oder einer Pflanzenzelle notwendigen Verbindungen oder am Transport von Molekülen über diese Membranen teilnehmen kann,
10 wobei desaturierte C₁₈- oder C₂₀₋₂₂-Kohlenstoffketten mit Doppelbindungen an mindestens zwei Stellen gemeint ist.

Bei einer anderen bevorzugten Ausführungsform rührt das isolierte Nukleinsäuremolekül von *Phaeodactylum tricornutum* UTEX646 her
15 und kodiert ein Protein (z.B. ein Desaturasefusionsprotein), das eine biologisch aktive Domäne enthält, die zu mindestens etwa 50 % oder mehr homolog zu einer Aminosäuresequenz der Sequenz SEQ ID NR 2, 4, 6 oder 12 ist und die Fähigkeit, am Stoffwechsel von zum Aufbau von Zellmembranen von Pflanzen notwendigen Ver-
20 bindungen oder am Transport von Molekülen über diese Membranen teilzunehmen, beibehält oder zumindest eine der Desaturierungsaktivitäten resultierend in PUFAs wie GLA, ALA, Dihomo-gamma Linolensäure, ARA, EPA oder DHA oder deren Vorläufermoleküle besitzt, und umfasst auch heterologe Nukleinsäuresequenzen, die
25 ein heterologes Polypeptid oder regulatorische Proteine kodieren.

Alternativ kann die isolierte Desaturase eine Aminosäuresequenz umfassen, die von einer Nukleotidsequenz kodiert wird, die an eine Nukleotidsequenz der SEQ ID NO: 1, 3, 5 oder 11 hybridisiert, z.B. unter stringenten Bedingungen hybridisiert, oder zu
30 mindestens etwa 50 %, vorzugsweise mindestens etwa 60 %, stärker bevorzugt mindestens etwa 70 %, 80 % oder 90 % und noch stärker bevorzugt mindestens etwa 95 %, 96 %, 97 %, 98 %, 99 % oder mehr homolog dazu ist. Es ist ebenfalls bevorzugt, dass die bevor-
35 zugten Desaturaseformen ebenfalls eine der hier beschriebenen Desaturaseaktivitäten besitzen.

Bei einer anderen Ausführungsform ist das isolierte Nukleinsäuremolekül mindestens 15, 25, 50, 100, 250 oder mehr Nukleotide lang
40 und hybridisiert unter stringenten Bedingungen an ein Nukleinsäuremolekül, das eine Nukleotidsequenz der SEQ ID NO: 1, 3, 5 oder 17 umfasst. Vorzugsweise entspricht das isolierte Nukleinsäuremolekül einem natürlich vorkommenden Nukleinsäuremolekül. Stärker bevorzugt kodiert das isolierte Nukleinsäuremolekül
45 natürlich vorkommende *Phaeodactylum*-Desaturase oder einen biologisch aktiven Teil davon.

Eine weitere Ausführungsform der Erfindung sind Expressionskassetten, die die Expression der erfindungsgemäßen Nukleinsäuren mit den Sequenzen SEQ ID NO: 1, 3, 5 oder 11 in den verschiedenen Organismen wie pflanzliche Zellen, Geweben, Teilen von Pflanzen 5 oder ganzen Pflanzen ermöglichen.

Unter der erfindungsgemäßen Expressionskassette (= Nukleinsäurekonstrukt oder -fragment) sind die in SEQ ID NO: 32 als L1 und einem Promotor, einem Strukturgen ausgewählt aus den vorteilhaftesten Sequenzen SEQ ID NO: 1, SEQ ID NO: 3, SEQ ID NO: 5 oder 10 SEQ ID NO: 11, die sich als Ergebnis des genetischen Codes und/oder deren funktionellen oder nicht funktionellen Derivate zu verstehen, und die Polylinker-Terminator-Polylinker-Sequenzen (= L2) SEQ ID NO: 33, SEQ ID NO: 34 oder SEQ ID NO: 35 zu verstehen. 15 Diese steuern vorteilhafterweise die Genexpression in der Wirtszelle. Diese in den Konstrukten enthaltenen regulatorischen Sequenzen sollen die gezielte Expression der Gene und der Proteinexpression ermöglichen. Dies kann beispielsweise je nach Wirtorganismus bedeuten, dass das Gen erst nach Induktion exprimiert 20 und/oder überexprimiert wird, oder dass es sofort exprimiert und/oder überexprimiert wird. Beispielsweise handelt es sich bei diesen regulatorischen Sequenzen um Sequenzen an die Induktoren oder Repressoren binden und so die Expression der Nukleinsäure regulieren. Zusätzlich zu diesen neuen Regulationssequenzen oder anstelle dieser Sequenzen kann die natürliche Regulation dieser Sequenzen vor den eigentlichen Strukturgenen noch vorhanden sein und gegebenenfalls genetisch verändert worden sein, so dass die natürliche Regulation ausgeschaltet und die Expression der Gene erhöht wurde. Das Genkonstrukt kann aber auch einfacher aufgebaut 30 sein, das heißt es wurden keine zusätzlichen Regulationssignale vor die Nukleinsäuresequenz oder dessen Derivate inseriert und der natürliche Promotor mit seiner Regulation wurde nicht entfernt. Stattdessen wurde die natürliche Regulationssequenz so mutiert, dass keine Regulation mehr erfolgt und/oder die Genexpression gesteigert wird. Diese veränderten Promotoren können in Form von Teilsequenzen (= Promotor mit Teilen der erfindungsgemäßen Nukleinsäuresequenzen) auch allein vor das natürliche Gen zur Steigerung der Aktivität gebracht werden. Das Genkonstrukt kann außerdem vorteilhafterweise auch eine oder mehrere sogenannte 40 "enhancer Sequenzen" funktionell verknüpft mit dem Promotor enthalten, die eine erhöhte Expression der Nukleinsäuresequenz ermöglichen. Auch am 3'-Ende der DNA-Sequenzen können zusätzliche vorteilhafte Sequenzen inseriert werden wie weitere regulatorische Elemente oder Terminatoren. Die Δ -5-Desaturase-/ Δ -6-Desaturase und/oder Δ -12-Desaturasegene können in einer oder mehreren 45

Kopien in der Expressionskassette (= Genkonstrukt) enthalten sein.

Die regulatorischen Sequenzen bzw. Faktoren können dabei wie
5 oben beschrieben vorzugsweise die Genexpression der eingeführten Gene positiv beeinflussen und dadurch erhöhen. So kann eine Verstärkung der regulatorischen Elemente vorteilhafterweise auf der Transkriptionsebene erfolgen, indem starke Transkriptionssignale wie Promotoren und/oder "Enhancer" verwendet werden. Daneben ist
10 aber auch eine Verstärkung der Translation möglich, indem beispielsweise die Stabilität der mRNA verbessert wird.

Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft Vektoren, z.B. rekombinante Expressionsvektoren, die mindestens eine der erfindungsgemäßen Expressionskassetten enthalten, und Wirtszellen, in
15 die die erfindungsgemäßen Expressionskassetten oder diese Vektoren eingebracht worden sind, insbesondere Mikroorganismen, Pflanzenzellen, Pflanzengewebe, -organe oder ganze Pflanzen. Bei einer Ausführungsform kann eine solche Wirtszelle Feinchemikalien-Verbindungen, insbesondere PUFAs, speichern; zur Isolation der gewünschten Verbindung werden die Zellen geerntet. Die Verbindung (Öle, Lipide, Triacylglyceride, Fettsäuren) oder die Desaturase können dann aus dem Medium oder der Wirtszelle, welche bei Pflanzen Zellen sind, die Feinchemikalien enthalten oder speichern, am
20 stärksten bevorzugt Zellen von Speichergeweben, wie Samenhüllen, Knollen, Epidermis- und Samenzellen, Endosperm oder Embryogewebe isoliert werden.

Noch ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft eine genetisch
30 veränderte transgene Pflanze, bevorzugt ein Ölfruchtpflanze, wie vorstehend erwähnt, besonders bevorzugt eine Raps- oder Leinpflanze, in die eine erfindungsgemäße Expressionskassette, die vorteilhaft weitere Gene wie Desaturasegen enthält, eingebracht worden ist. Bei einer Ausführungsform ist das Genom von Raps oder
35 Lein durch Einbringen einer erfindungsgemäßen Expressionskassette vorteilhaft enthaltend weitere Nukleinsäuremoleküle, die beispielsweise eine Wildtyp- oder mutierte Desaturasesequenz kodiert, als Transgen verändert worden. Bei einer bevorzugten Ausführungsform wird Raps oder Lein auch zur Produktion einer gewünschten
40 Verbindung, wie Lipiden und Fettsäuren, wobei PUFAs besonders bevorzugt sind, verwendet.

Bei noch einer weiteren bevorzugten Ausführungsform kann das Moos *Physcomitrella patens* zur Demonstration der Funktion einer
45 Expressionskassette mit einem Desaturasegen unter Verwendung

21

homologer Rekombination auf der Basis der in dieser Erfindung beschriebenen Nukleinsäuren verwendet werden.

Das Desaturasepolypeptid oder ein biologisch aktiver Teil davon
5 kann vorteilhaft unter Kontrolle der erfindungsgemäßen Expressionskassette funktionsfähig mit einem weiteren Polypeptid, das eine andere enzymatische Aktivität als die Desaturasen hat beispielsweise eine Elongase-, Acyltransferase- oder sonstige Aktivität verbunden werden, so dass ein Fusionsprotein gebildet wird.
10 Vorteilhaft hat dieses Fusionsprotein eine Aktivität, die sich von derjenigen der Desaturase allein unterscheidet. Bei anderen bevorzugten Ausführungsform nimmt dieses Fusionsprotein am Stoffwechsel von Verbindungen, die zur Synthese von Lipiden und Fettsäuren, Cofaktoren und Enzymen in Mikroorganismen oder
15 Pflanzen notwendig sind, oder am Transport von Molekülen über diese Membranen teil. Besonders vorteilhaft moduliert das Einbringen dieses Fusionsproteins in einer Wirtszelle die Produktion einer gewünschten Verbindung innerhalb einer und durch die Zelle. Bei einer bevorzugten Ausführungsform enthalten diese Fusionsproteine auch Δ -4-, Δ -5- oder Δ -6, Δ -8-, Δ -15, Δ -17 oder
20 Δ -19-Desaturaseaktivitäten allein oder in Kombination. Insbesondere solche Genkombinationen sind bevorzugte Ausführungsformen, die aus SEQ ID NO: 7 oder 9 gewählt sind, bzw Teilen davon, Derivate oder ihren Homologen. Insbesondere solche
25 Kombinationen sind bevorzugt, die die vollständige Proteinaktivität wie in SEQ ID NO: 1, 3, 5 oder 11 enthalten und in Multiexpressionskassetten definiert durch SEQ ID NO: 13, 14, 15, 16 und 17 eingefügt zur Transformation von Pflanzen und Expression in Pflanzen geeignet sind.

30

Eingehende Beschreibung der Erfindung

Ein erfindungsgemäßer Gegenstand sind auch die Expressionskassetten in Verbindung mit isolierten Nukleinsäuresequenz(en), die für
35 ein Polypeptid mit Desaturaseaktivität codiert, ausgewählt aus der Gruppe:

- a) einer Nukleinsäuresequenz mit der in SEQ ID NO: 1, SEQ ID NO: 3, SEQ ID NO: 5 oder SEQ ID NO: 11 dargestellten Sequenz,
40
- b) Nukleinsäuresequenzen, die aufgrund des degenerierten genetischen Codes durch Rückübersetzung der in SEQ ID NO: 2, SEQ ID NO: 4, SEQ ID NO: 6 oder SEQ ID NO: 12 dargestellten
45 Aminosäuresequenzen erhalten werden,

22

- c) Derivate der in SEQ ID NO: 1, SEQ ID NO: 3, SEQ ID NO: 5 oder SEQ ID NO: 11 dargestellten Nukleinsäuresequenz, die für Polypeptide mit der in SEQ ID NO: 2, SEQ ID NO: 4, SEQ ID NO: 6 oder SEQ ID NO: 12 dargestellten Aminosäuresequenzen codieren und mindestens 50 % Homologie auf Aminosäureebene aufweisen, ohne daß die enzymatische Wirkung der Polypeptide wesentlich reduziert ist.

Weiterhin betrifft die Erfindung eine Aminosäuresequenz, die durch die oben genannte(n) Nukleinsäuresequenz(en) codiert werden (für die Erfindung soll der Singular den Plural und umgekehrt umfassen). Speziell betrifft die Erfindung Aminosäuresequenzen, die durch die in SEQ ID NO: 1, SEQ ID NO: 3, SEQ ID NO: 5 oder SEQ ID NO: 11 dargestellte Sequenz codiert werden.

15

- Die vorliegende Erfindung stellt Expressionskassetten bereit, die für die Expression von Nukleinsäuren und Proteinmoleküle mit Desaturaseaktivität geeignet sind, und von Nukleinsäuren kodierend für Proteine, die am Stoffwechsel von Lipiden und Fettsäuren, PUFA-Cofaktoren und Enzymen in dem Moos *Physcomitrella patens* oder am Transport lipophiler Verbindungen über Membranen beteiligt sind. Die erfindungsgemäßen Verbindungen lassen sich zur Modulation der Produktion von Feinchemikalien aus Organismen wie Pflanzen, wie Mais, Weizen, Roggen, Hafer, Triticale, Reis, Gerste, Sojabohne, Erdnuss, Baumwolle, Linum Arten wie Öl- oder Faserlein, Brassica-Arten, wie Raps, Canola und Rübsen, Pfeffer, Sonnenblume, Borretsch, Nachtkerze und Tagetes, Solanaceen-Pflanzen, wie Kartoffel, Tabak, Aubergine und Tomate, Vicia-Arten, Erbse, Maniok, Alfalfa, Buschpflanzen (Kaffee, Kakao, Tee), Salix-Arten, Bäume (Ölpalme, Kokosnuss) und ausdauernden Gräsern und Futterfeldfrüchten, entweder direkt (z.B. wenn die Überexpression oder Optimierung eines Fettsäurebiosynthese-Proteins einen direkten Einfluss auf die Ausbeute, Produktion und/oder Effizienz der Produktion der Fettsäure aus modifizierten Organismen hat) verwenden oder können eine indirekt Auswirkung haben, die dennoch zu einer Steigerung der Ausbeute, Produktion und/oder Effizienz der Produktion einer gewünschten Verbindung oder einer Abnahme unerwünschter Verbindungen führt (z.B. wenn die Modulation des Stoffwechsels von Lipiden und Fettsäuren, Cofaktoren und Enzymen zu Veränderungen der Ausbeute, Produktion und/oder Effizienz der Produktion oder der Zusammensetzung der gewünschten Verbindungen innerhalb der Zellen führt, was wiederum die Produktion einer oder mehrerer Feinchemikalien beeinflussen kann). Aspekte der Erfindung sind nachstehend weiter erläutert.

45

I. Feinchemikalien und PUFAs

23

- Der Begriff "Feinchemikalie" ist im Fachgebiet bekannt und umfasst Moleküle, die durch einen Organismus produziert worden sind und Anwendungen in verschiedenen Industrien finden, wie, aber nicht beschränkt auf, die pharmazeutische, Landwirtschafts-,
- 5 Nahrungsmittel- und Kosmetik-Industrie. Diese Verbindungen umfassen Lipide, Fettsäuren, Cofaktoren und Enzyme usw. (wie z.B. beschrieben in Kuninaka, A. (1996) Nucleotides and related compounds, S. 561-612, in Biotechnology Bd. 6, Rehm et al., Hrsgb., VCH: Weinheim und darin enthaltenen Literaturstellen), Lipide,
- 10 gesättigte und ungesättigte Fettsäuren (z.B. Arachidonsäure), Vitamine und Cofaktoren (wie beschrieben in Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Bd. A27, Vitamins, S. 443-613 (1996) VCH: Weinheim und darin enthaltenen Literaturstellen; und Ong, A.S., Niki, E., & Packer, L. (1995) Nutrition, Lipids,
- 15 Health and Disease Proceedings of the UNESCO/Confederation of Scientific and Technological Associations in Malaysia and the Society for Free Radical Research - Asien, abgehalten am 1.-3. Sept. 1994 in Penang, Malaysia, AOCS Press (1995)), Enzyme und sämtliche anderen von Gutcho (1983) in Chemicals by Fermentation,
- 20 Noyes Data Corporation, ISBN: 0818805086, und darin angegebenen Literaturstellen beschriebenen Chemikalien. Der Stoffwechsel und die Verwendungen bestimmter Feinchemikalien sind nachstehend weiter erläutert.
- 25 Die Kombination verschiedener Vorläufermoleküle und Biosyntheseenzyme führt zur Herstellung verschiedener Fettsäuremoleküle, was eine entscheidende Auswirkung auf die Zusammensetzung der Membran hat. Es kann angenommen werden, dass PUFAs nicht nur einfach in Triacylglycerin, sondern auch in Membranlipide eingebaut werden.
- 30 Vorläufer für die PUFA-Biosynthese sind beispielsweise Ölsäure, Linol- und Linolensäure. Diese C₁₈-Kohlenstoff-Fettsäuren müssen auf C₂₀ und C₂₂ verlängert werden, damit Fettsäuren vom Eicosa- und Docosa-Kettentyp erhalten werden. Mithilfe
- 35 verschiedener Desaturasen, wie Enzymen, welche Δ -12-Desaturase, Δ -15-Desaturase, Δ -6-Desaturase-, Δ -5- und Δ -4-Desaturaseaktivität aufweisen, können Arachidonsäure, Eicosapentaensäure und Docosahexaensäure sowie verschiedene andere langkettige PUFAs
- 40 mittel-, Futter-, Kosmetik- oder pharmazeutischen Anwendungen verwendet werden.
- Zur Herstellung langkettiger PUFAs müssen, wie oben erwähnt, die mehrfach ungesättigten C₁₈- bzw C₂₀-Fettsäuren mehrfach
- 45 desaturiert werden. Die erfindungsgemäßen Nukleinsäuresequenzen kodieren erste funktionell aktive Desaturasen aus *Phaeodactylum tricornutum*, einem Mikroorganismus, der PUFAs in der Triacyl-

- glycerolfraktion enthält. Mit den erfindungsgemäßen Desaturasen können Doppelbindungen in die Δ -5-, Δ -6- oder Δ -12-Position eingeführt werden. Die Aktivitäten der erfindungsgemäßen Desaturasen führt vorzugsweise zu C_{18} - + C_{20} -Fettsäuren mit mindestens zwei, 5 drei, vier oder fünf Doppelbindungen im Fettsäuremolekül, vorzugsweise zu C_{20} -Fettsäuren mit vorteilhaft drei, vier oder fünf Doppelbindungen im Fettsäuremolekül. Die Desaturierung kann vor oder nach Elongation der entsprechenden Fettsäure erfolgen. Daher führen die Produkte der Desaturaseaktivitäten und der mög-
- 10 lichen weiteren Desaturierung und Elongation zu bevorzugten PUFAs mit höherem Desaturierungsgrad, einschließlich einer weiteren Elongation von C_{20} zu C_{22} -Fettsäuren, zu Fettsäuren wie Linolsäure, Docosadiensäure, dihomog- γ -linolensäure, Arachidonsäure, ω 6-Eicosatriendihomog- γ -linolensäure, Eicosapentaensäure, ω 3-Eicosatrien-
- 15 säure, ω 3-Eicosatetraensäure, Docosapentaensäure oder Docosahexaensäure. Substrate dieser erfindungsgemäßen Enzymaktivität sind zum Beispiel Taxolsäure, 6,9-Octadecadiensäure, Ölsäure, Linolsäure, γ -Linolensäure, Pinolensäure, α -Linolensäure, Arachidonsäure, Eicosapentaensäure oder Stearidonsäure. Bevorzugte
- 20 Substrate sind Linolsäure, γ -Linolensäure und/oder α -Linolensäure, dihomog- γ -linolensäure bzw. Arachidonsäure, Eicosatetraensäure oder Eicosapentaensäure. Die C_{18} -oder C_{20} -Fettsäuren mit mindestens zwei Doppelbindungen in der Fettsäure können durch die erfindungsgemäße Enzymaktivität in Form der freien Fettsäure oder
- 25 in Form der Ester, wie Phospholipide, Glykolipide, Sphingolipide, Phosphoglyceride, Monoacylglyceride, Diacylglyceride, Triacylglyceride oder sonstige Ester, verlängert werden.
- Ferner müssen Fettsäuren anschließend an verschiedene Modifikationsorte transportiert und in das Triacylglycerin-
- 30 Speicherlipid eingebaut werden. Ein weiterer wichtiger Schritt bei der Lipidsynthese ist der Transfer von Fettsäuren auf die polaren Kopfgruppen, beispielsweise durch Glycerin-Fettsäure-Acyltransferase (siehe Frentzen, 1998, Lipid, 100(4-5):161-166).
- 35 Veröffentlichungen über die Pflanzen-Fettsäurebiosynthese, Desaturierung, den Lipidstoffwechsel und Membrantransport von fetthaltigen Verbindungen, die Betaoxidation, Fettsäuremodifikation und Cofaktoren, Triacylglycerin-Speicherung und -Assemblierung einschließlich der Literaturstellen darin siehe
- 40 in den folgenden Artikeln: Kinney, 1997, Genetic Engineering, Hrsgb.: JK Setlow, 19:149-166; Ohlrogge und Browse, 1995, Plant Cell 7:957-970; Shanklin und Cahoon, 1998, Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 49:611-641; Voelker, 1996, Genetic Engineering, Hrsgb.: JK Setlow, 18:111-13; Gerhardt, 1992, Prog.
- 45 Lipid R. 31:397-417; Gühnemann-Schäfer & Kindl, 1995, Biochim. Biophys Acta 1256:181-186; Kunau et al., 1995, Prog. Lipid Res. 34:267-342; Stymne et al., 1993, in: Biochemistry and Molecular

25

Biology of Membrane and Storage Lipids of Plants, Hrsgb.: Murata und Somerville, Rockville, American Society of Plant Physiologists, 150-158, Murphy & Ross 1998, Plant Journal. 13(1):1-16.

5

- Vitamine, Cofaktoren und Nutraceutical wie PUFAs, umfassen eine Gruppe von Molekülen, die höhere Tiere nicht mehr synthetisieren können und somit aufnehmen müssen oder die höheren Tiere nicht mehr ausreichend selbst herstellen können und somit zusätzlich aufnehmen müssen, obwohl sie leicht von anderen Organismen, wie Bakterien, synthetisiert werden. Die Biosynthese dieser Moleküle in Organismen, die sie produzieren können, wie in Bakterien, ist im großen und ganzen charakterisiert worden (Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, "Vitamins", Bd. A27, S. 443-613, VCH: Weinheim, 1996; Michal, G. (1999) Biochemical Pathways: An Atlas of Biochemistry and Molecular Biology, John Wiley & Sons; Ong, A.S., Niki, E., & Packer, L. (1995) "Nutrition, Lipids, Health and Disease" Proceedings of the UNESCO/Confederation of Scientific and Technological Associations in Malaysia and the Society for Free Radical Research Asia, abgehalten am 1.-3. Sept. 1994 in Penang, Malaysia, AOCS Press, Champaign, IL X, 374 S).

- Die oben erwähnten Moleküle sind entweder selbst biologisch aktive Moleküle oder Vorstufen biologisch aktiver Substanzen, die entweder als Elektronenüberträger oder Zwischenprodukte bei einer Vielzahl von Stoffwechselwegen dienen. Diese Verbindungen haben neben ihrem Nährwert auch einen signifikanten industriellen Wert als Farbstoffe, Antioxidantien und Katalysatoren oder andere Verarbeitungshilfsstoffe. (Einen Überblick über Struktur, Aktivität und industrielle Anwendungen dieser Verbindungen siehe z.B. in Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, "Vitamins", Bd. A27, S. 443-613, VCH: Weinheim, 1996). Mehrfach ungesättigte Fettsäuren haben verschiedene Funktionen und gesundheitsfördernde Wirkungen, beispielsweise bei koronarer Herzerkrankung, Entzündungsmechanismen, Kinderernährung usw. Veröffentlichungen und Literaturstellen, einschließlich darin zitierter Literaturstellen, siehe in: Simopoulos, 1999, Am. J. Clin. Nutr. 70 (3. Suppl.):560-569, Takahata et al., Biosci. Biotechnol. Biochem. 1998, 62(11):2079-2085, Willich und Winther, 1995, Deutsche Medizinische Wochenschrift 120(7):229ff.

II. Elemente und Verfahren der Erfindung

- Die vorliegende Erfindung beruht unter anderem auf der Entdeckung neuer Moleküle, die hier als Desaturasenuklease- und -proteinmoleküle bezeichnet werden, welche eine Wirkung auf

die Produktion von Zellmembranen und Lipiden Phaeodactylum tri-cornutum ausüben und beispielsweise die Bewegung von Molekülen über diese Membranen beeinflussen. Bei einer Ausführungsform nehmen die Desaturasemoleküle am Stoffwechsel von zum Aufbau von Zellmembranen in Organismen, wie Mikroorganismen und Pflanzen, notwendigen Verbindungen teil oder beeinflussen indirekt den Transport von Molekülen über diese Membranen. Bei einer bevorzugten Ausführungsform hat die Aktivität der erfindungsgemäßen Desaturasemoleküle zur Regulation der Produktion von Membrankomponenten und des Membrantransports eine Auswirkung auf die Produktion der gewünschten Feinchemikalie durch diesen Organismus. Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist die Aktivität der erfindungsgemäßen Desaturasemoleküle moduliert, so dass die Ausbeute, Produktion und/oder Effizienz der Produktion der Stoffwechselwege von Mikroorganismen oder Pflanzen, welche die erfindungsgemäßen Desaturasen regulieren, moduliert sind und die Effizienz des Transport von Verbindungen durch die Membranen verändert ist, was entweder direkt oder indirekt die Ausbeute, Produktion und/oder Effizienz der Produktion einer gewünschten Feinchemikalie durch Mikroorganismen und Pflanzen moduliert.

Der Begriff "Desaturase" oder "Desaturasepolypeptid" umfasst Proteine, die an der Desaturierung von Fettsäuren teilnehmen. Beispiele für Desaturasen sind in der SEQ ID NO: 1, 3, 5, 11 oder ihren Homologen, Derivaten oder Analoga offenbart. Die Begriffe Desaturase oder Desaturasenukleinsäuresequenz(en) umfassen Nukleinsäuresequenzen, die eine Desaturase kodieren und bei denen ein Teil eine kodierende Region und ebenfalls entsprechende 5'- und 3'-untranslatierte Sequenzbereiche sein können. Beispiele für Desaturase-Gene sind die in SEQ ID NO: 1, 3, 5 oder 11 dargestellten. Die Begriffe Produktion oder Produktivität sind im Fachgebiet bekannt und beinhalten die Konzentration des Fermentationsproduktes (zum Beispiel der gewünschten Feinchemikalie), das in einer bestimmten Zeitspanne und einem bestimmten Fermentationsvolumen gebildet wird (z.B. kg Produkt pro Stunde pro Liter). Der Begriff Effizienz der Produktion umfasst die Zeit, die zur Erzielung einer bestimmten Produktionsmenge nötig ist (z.B. wie lange die Zelle zur Aufrichtung einer bestimmten Durchsatzrate einer Feinchemikalie benötigt). Der Begriff Ausbeute oder Produkt/Kohlenstoff-Ausbeute ist im Fachgebiet bekannt und umfasst die Effizienz der Umwandlung der Kohlenstoffquelle in das Produkt (d.h. die Feinchemikalie). Dies wird gewöhnlich beispielsweise ausgedrückt als kg Produkt pro kg Kohlenstoffquelle. Durch Erhöhen der Ausbeute oder Produktion der Verbindung wird die Menge der gewonnenen Moleküle oder der geeigneten gewonnenen Moleküle

27

dieser Verbindung in einer bestimmten Kulturmenge über einen festgelegten Zeitraum erhöht. Die Begriffe Biosynthese oder Biosyntheseweg sind im Fachgebiet bekannt und umfassen die Synthese einer Verbindung, vorzugsweise einer organischen Verbindung, durch eine Zelle aus Zwischenverbindungen, beispielsweise in einem Mehrschritt- und stark regulierten Prozess. Die Begriffe Abbau oder Abbauweg sind im Fachgebiet bekannt und umfassen die Spaltung einer Verbindung, vorzugsweise einer organischen Verbindung, durch eine Zelle in Abbauprodukte (allgemeiner gesagt, kleinere oder weniger komplexe Moleküle) beispielsweise in einem Mehrschritt- und stark regulierten Prozess. Der Begriff Stoffwechsel ist im Fachgebiet bekannt und umfasst die Gesamtheit der biochemischen Reaktionen, die in einem Organismus stattfinden. Der Stoffwechsel einer bestimmten Verbindung (z.B. der Stoffwechsel einer Fettsäure) umfasst dann die Gesamtheit der Biosynthese-, Modifikations- und Abbauwege dieser Verbindung in der Zelle, die diese Verbindung betreffen.

Bei einer anderen Ausführungsform können die erfindungsgemäßen Nukleinsäuresequenzen, die für Desaturase-Moleküle codieren, die Produktion eines gewünschten Moleküls, wie einer Feinchemikalie, in einem Mikroorganismus oder in Pflanzen modulieren. Es gibt eine Reihe von Mechanismen, durch die die Veränderung einer erfindungsgemäßen Sequenz die Ausbeute, Produktion und/oder Effizienz der Produktion einer Feinchemikalie aus einem Mikroorganismus- oder Pflanzenstamm, die dieses veränderte Protein enthalten, direkt beeinflussen kann. Die Anzahl oder Aktivität von Desaturasen, die am Transport von Feinchemikalienmolekülen innerhalb oder aus der Zelle beteiligt sind, kann erhöht werden, so dass größere Mengen dieser Verbindungen über Membranen transportiert werden, aus denen sie leichter gewonnen und ineinander umgewandelt werden. Ferner sind Fettsäuren, Triacylglycerine und/oder Lipide selbst wünschenswerte Feinchemikalien; durch Optimierung der Aktivität oder Steigern der Anzahl einer oder mehrerer erfindungsgemäßer Desaturasen, die an der Biosynthese dieser Verbindungen beteiligt sind, oder durch Stören der Aktivität einer oder mehrerer Desaturasen, die am Abbau dieser Verbindungen beteiligt sind, kann es möglich sein, die Ausbeute, Produktion und/oder Effizienz der Produktion von Fettsäure- und Lipidmolekülen aus Organismen, wie Mikroorganismen oder Pflanzen, zu erhöhen.

Die Mutagenese der genannten Nukleinsäuresequenzen kann Desaturasen mit veränderten Aktivitäten hervorbringen, welche die Produktion einer oder mehrerer gewünschter Feinchemikalien aus Mikroorganismen oder Pflanzen indirekt beeinflussen. Beispielsweise können Desaturasen, die am Export von Abfallprodukten beteiligt

- sind, eine größere Anzahl oder höhere Aktivität aufweisen, so dass die normalen Stoffwechselabfälle der Zelle (deren Menge möglicherweise aufgrund der Überproduktion der gewünschten Feinchemikalie erhöht ist) effizient exportiert werden, bevor sie die
- 5 Moleküle in der Zelle schädigen können (was die Lebensfähigkeit der Zelle herabsetzen würde) oder die Feinchemikalien-Biosynthesewege stören können (was die Ausbeute, Produktion oder Effizienz der Produktion einer gewünschten Feinchemikalie senken würde). Die relativ großen intrazellulären Mengen der gewünschten Fein-
- 10 chemikalie selbst können ferner für die Zelle toxisch sein, so dass man durch Steigern der Aktivität oder Anzahl von Transportern, die diese Verbindungen aus der Zelle exportieren können, die Lebensfähigkeit der Zelle in Kultur steigern kann, was wiederum zu einer größeren Anzahl an Zellen in der Kultur führt,
- 15 welche die gewünschte Feinchemikalie produzieren. Die Desaturasen können auch so manipuliert werden, dass die entsprechenden Mengen unterschiedlicher Lipid- und Fettsäuremoleküle produziert werden. Dies kann eine erhebliche Auswirkung auf die Lipidzusammensetzung der Zellmembran haben. Da jeder Lipidtyp unterschiedliche physi-
- 20 kalische Eigenschaften aufweist, kann eine Veränderung der Lipidzusammensetzung einer Membran die Membranfluidität signifikant verändern. Änderungen der Membranfluidität können den Transport von Molekülen über die Membran sowie die Integrität der Zelle beeinflussen, was jeweils eine erhebliche Auswirkung auf die
- 25 Produktion von Feinchemikalien aus Mikroorganismen und Pflanzen in Fermentationskultur im großen Maßstab hat. Pflanzenmembranen verleihen spezifische Eigenschaften, wie Toleranz gegenüber Wärme, Kälte, Salz, Trockenheit sowie Toleranz gegen Pathogene, wie Bakterien und Pilze.
- 30
- Die genannten isolierten Nukleinsäuresequenzen sind im Genom eines *Phaeodactylum tricornutum* UTEX646-Stammes enthalten, der über die Algensammlung der University of Texas, Austin verfügbar ist.
- 35 Die Nukleotidsequenz der *Phaeodactylum tricornutum*-cDNA und die abgeleiteten Aminosäuresequenzen der Desaturasen sind in den SEQ ID NO: 1 bis 6 sowie 11 und 12 gezeigt. Es wurden Computeralysen durchgeführt, die diese Nukleotidsequenzen als Sequenzen klassifizieren und/oder identifizieren, die am Stoffwechsel von
- 40 Zellmembrankomponenten beteiligte Proteine oder am Transport von Verbindungen über Zellmembranen beteiligte Proteine bzw. der PUFA Biosynthese codieren. EST's mit der Datenbankeingabe-NO: PT001070010R und PT001078032R durch die Erfinder stellen die erfindungsgemäßen Sequenzen in SEQ ID NO: 1 und 3 dar. Die Sequenz
- 45 des Fragments aus EST PT001070010R wurde ermittelt und ist wie dargestellt in SEQ ID NO: 5. Analog ist die Sequenz des Klonen PT001078032R dargestellt in SEQ ID NO: 1. Den Klonen wurden Gen-

29

namen zugewiesen. Abkürzungen bedeuten: Pp = Physcomitrella patens, Pt = Phaeodactylum tricornutum. PT001070010R aus SEQ ID NO: 5 codiert für ein neues Gen homolog zu Δ -12-Desaturase und PT001078032R codiert für eine neuartige Δ -5-Desaturase. Pt_des6 kann gemäß Beispiel 5a mittels Polymerase Kettenreaktion unter Zuhilfenahme degenerierter Oligonukleotide isoliert werden. Ein so erhaltenes Fragment kann zum Sichten einer cDNA Bank aus Phaeodactylum tricornutum isoliert werden und die codierende Region einer Phaeodactylum tricornutum Δ -6-Desaturase erhalten werden. Ein so isoliertes Gen wird in Tabelle 1 als Pt_des6 bezeichnet und ist in SEQ ID NO: 3 dargestellt. Die korrespondierenden Aminosäuresequenzen werden durch Übersetzung des genetischen Codes der Sequenz ID NO: 1, 3 und 5 erhalten und sind als SEQ ID NO: 2, 4 und 6 definiert (siehe auch Tabelle 1). Auch eine weitere Nukleinsäuresequenz, die für eine Δ -12-Desaturase codiert, ist Tabelle 1 zu entnehmen. Sie trägt die Klon-Nummer PT001072031R.

Tabelle 1

20

	Genname	Klonname	Nukleinsäure SEQ ID NO:	Polypeptid SEQ ID NO:
	D5 Desaturase	Pt_des5	PT001078032R	1
	D6 Desaturase	Pt_des6	Pt_des6	3
	D12 Desaturase	Pt_des12	PT001070010R	5
25	D6 Desaturase	Pp_des6	Pp_des6	7
	D6 Elongase	Pp_PSE1	PP001019019F	9
	Δ 12 Desaturase	Pt_des12.2	PT001072013R	11

30 Die vorliegende Erfindung betrifft auch Proteine mit einer Aminosäuresequenz, die im wesentlichen homolog zu einer Aminosäuresequenz der SEQ ID NO:2, 4, 6 oder 12 ist. Wie hier verwendet, ist ein Protein mit einer Aminosäuresequenz, die im wesentlichen homolog zu einer ausgewählten Aminosäuresequenz ist, zu mindestens etwa 50 % homolog zu der ausgewählten Aminosäuresequenz, z.B. der gesamten ausgewählten Aminosäuresequenz. Ein Protein mit einer Aminosäuresequenz, die im wesentlichen homolog zu einer ausgewählten Aminosäuresequenz ist, kann auch zu mindestens etwa 50 bis 60 %, vorzugsweise mindestens etwa 60 bis 70 % und stärker bevorzugt mindestens etwa 70 bis 80 %, 80 bis 90 % oder 90 bis 95 % und am stärksten bevorzugt mindestens etwa 96 %, 97 %, 98 %, 99 % oder mehr homolog zu einer ausgewählten Aminosäuresequenz sein.

45 Die Desaturasen oder der biologisch aktive Teile oder Fragmente davon können am Stoffwechsel von Lipiden zum Aufbau von Zellmembranen oder Speicherlipiden in Organismen teilnehmen und in Kom-

30

ination mit weiteren Genen, insbesondere solchen mit Elongaseaktivität zur Elongation von C₁₈-bzw C₂₀₋₂₂-PUFAs benötigten Aktivitäten beitragen, so dass C₁₈, C₂₀-, C₂₂- oder C₂₄-PUFAs sowie verwandte PUFAs erhalten werden.

5

Dabei können die Desaturasen in Kombination mit Elongasen und anderen Desaturasen in erfindungsgemäßen Expressionskassetten kloniert werden und zur Transformation von Pflanzen mithilfe von Agrobakterium eingesetzt werden.

10

Verschiedene Aspekte der Erfindung sind eingehender in den folgenden Unterabschnitten beschrieben.

A. Isolierte Nukleinsäuremoleküle

15

Eine Ausführungsform der Erfindung sind isolierte Nukleinsäuren, die von PUFA produzierenden Mikroorganismen stammen und für Polypeptide kodieren, die C₁₈-oder C₂₀₋₂₂-Fettsäuren mit mindestens einer, zwei, drei oder vier Doppelbindungen in der Fettsäure

20 desaturieren.

Eine weitere erfindungsgemäße Ausführungsform sind isolierte Nukleinsäuren, umfassend Nukleotidsequenzen, die für Polypeptide kodieren, die C₁₈-bzw C₂₀-Fettsäuren mit mindestens ein, zwei,

25 drei oder vier Doppelbindungen in der Fettsäure desaturieren und sind aus der Gruppe, bestehend aus

a) einer Nukleinsäuresequenz mit der in SEQ ID NO: 1, SEQ ID NO: 3, SEQ ID NO: 5 oder SEQ ID NO: 11 dargestellten Sequenz,

30

b) Nukleinsäuresequenzen, die aufgrund des degenerierten genetischen Codes durch Rückübersetzung der in SEQ ID NO: 2, SEQ ID NO: 4, SEQ ID NO: 6 oder SEQ ID NO: 12 dargestellten Aminosäuresequenzen erhalten werden,

35

c) Derivate der in SEQ ID NO: 1, SEQ ID NO: 3, SEQ ID NO: 5 oder SEQ ID NO: 11 dargestellten Nukleinsäuresequenz, die für Polypeptide mit der in SEQ ID NO: 2, SEQ ID NO: 4, SEQ ID NO: 6 oder SEQ ID NO: 12 dargestellten Aminosäuresequenzen codieren und mindestens 50 % Homologie auf Aminosäureebene aufweisen, ohne dass die enzymatische Wirkung der Polypeptide wesentlich reduziert ist.

40

45

31

Die oben genannte erfindungsgemäße Nukleinsäure stammt von Organismen, wie Ciliaten, Pilzen, Algen oder Dinoflagellaten, die PUFAs synthetisieren können, vorzugsweise von *Phaeodactylum tricornutum* oder nah verwandten Organismen.

- 5 Ein Aspekt der Erfindung betrifft isolierte Expressionskassetten sowie Nukleinsäuremoleküle, die Desaturase-Polypeptide oder biologisch aktive Teile davon kodieren, sowie Nukleinsäurefragmente von diesen, die zur Verwendung als Hybridisierungssonden oder
- 10 Primer zur Identifizierung oder Amplifizierung einer Desaturase-kodierenden Nukleinsäure (z.B. Desaturase-DNA) ausreichen. Der Begriff "Nukleinsäuremolekül", wie hier verwendet, soll DNA-Moleküle (z.B. cDNA oder genomische DNA) und RNA-Moleküle (z.B. mRNA) sowie DNA- oder RNA-Analoga, die mittels Nukleotidanaloga erzeugt
- 15 werden, umfassen. Dieser Begriff umfasst zudem die am 3'- und am 5'-Ende des kodierenden Genbereichs gelegene untranslatierte Sequenz: mindestens 500, bevorzugt 200, besonders bevorzugt 100 Nukleotide der Sequenz stromaufwärts des 5'-Endes des kodierenden Bereichs und mindestens 100, bevorzugt 50, besonders bevorzugt 20
- 20 Nukleotide der Sequenz stromabwärts des 3'-Endes des kodierenden Genbereichs. Das Nukleinsäuremolekül kann einzelsträngig oder doppelsträngig sein, ist aber vorzugsweise doppelsträngige DNA. Ein "isoliertes" Nukleinsäuremolekül wird von anderen Nukleinsäuremolekülen abgetrennt, die in der natürlichen Quelle der Nukleinsäure vorliegen. Eine "isolierte" Nukleinsäure hat vorzugsweise keine Sequenzen, welche die Nukleinsäure in der genomischen DNA des Organismus, aus dem die Nukleinsäure stammt, natürlicherweise flankieren (z.B. Sequenzen, die sich an den 5'- und 3'-Enden der Nukleinsäure befinden). Bei verschiedenen Ausführungsformen
- 30 man kann das isolierte Desaturase-Nukleinsäuremolekül zum Beispiel weniger als etwa 5 kb, 4 kb, 3 kb, 2 kb, 1 kb, 0,5 kb oder 0,1 kb an Nukleotidsequenzen enthalten, die natürlicherweise das Nukleinsäuremolekül in der genomischen DNA der Zelle, aus der die Nukleinsäure stammt (z.B. eine *Physcomitrella patens*-Zelle)
- 35 flankieren. Ein "isoliertes" Nukleinsäuremolekül, wie ein cDNA-Molekül, kann überdies im wesentlichen frei von anderem zellulären Material oder Kulturmedium sein, wenn es durch rekombinante Techniken hergestellt wird, oder frei von chemischen Vorstufen oder anderen Chemikalien sein, wenn es chemisch synthetisiert
- 40 wird.

Ein erfindungsgemäße Expressionskassette mit der Struktur SEQ ID NO: 32 -Promotor- SEQ ID NO: 33, SEQ ID NO: 34 oder SEQ ID NO: 35 Nukleinsäuremolekül, z.B. ein Nukleinsäuremolekül mit einer Nukleotidsequenz der SEQ ID NO:1 oder eines Teils davon, kann unter Verwendung molekularbiologischer Standardtechniken und der hier bereitgestellten Sequenzinformation isoliert werden. Auch kann

32

mithilfe von Vergleichsalgorithmen beispielsweise eine homologe Sequenz oder homologe, konservierte Sequenzbereiche auf DNA oder Aminosäureebene identifiziert werden. Beispielsweise kann aus einer *Phaeodactylum tricornutum* cDNA aus einer *Phaeodactylum tricornutum*-Bank isoliert werden, indem die vollständige SEQ ID NO: 1, 3, 5 oder 11 oder ein Teil davon als Hybridisierungssonde sowie Standard-Hybridisierungstechniken (wie z.B. beschrieben in Sambrook et al., *Molecular Cloning: A Laboratory Manual*, 2. Aufl., Cold Spring Harbor Laboratory, Cold Spring Harbor Laboratory Press, Cold Spring Harbor, NY, 1989) verwendet werden. Überdies lässt sich ein Nukleinsäuremolekül, umfassend eine vollständige Sequenz der SEQ ID NO: 1, 3, 5 oder 11 oder einen Teil davon, durch Polymerasekettenreaktion isolieren, wobei Oligonukleotidprimer, die auf der Basis dieser Sequenz oder von Teilen davon, insbesondere Regionen um Motive aus Beispiel 5a erstellt werden oder Modifikationen ebensolcher in einzelnen definierten Aminosäuren, verwendet werden (z.B. kann ein Nukleinsäuremolekül, umfassend die vollständige Sequenz der SEQ ID NO: 1, 3, 5 oder 11 oder einen Teil davon, durch Polymerasekettenreaktion unter Verwendung von Oligonukleotidprimern isoliert werden, die auf der Basis dieser gleichen Sequenz der SEQ ID NO: 1, 3, 5 oder 11 erstellt worden sind). Zum Beispiel lässt sich mRNA aus Zellen isolieren (z.B. durch das Guanidiniumthiocyanat-Extraktionsverfahren von Chirgwin et al. (1979) *Biochemistry* 18:5294-5299) und cDNA mittels Reverser Transkriptase (z.B. Moloney-MLV-Reverse-Transkriptase, erhältlich von Gibco/BRL, Bethesda, MD, oder AMV-Reverse-Transkriptase, erhältlich von Seikagaku America, Inc., St. Petersburg, FL) herstellen. Synthetische Oligonukleotidprimer zur Amplifizierung mittels Polymerasekettenreaktion lassen sich auf der Basis einer der in SEQ ID NO: 1, 3, 5 oder 11 sowie der in Figur 5a gezeigten Sequenzen oder mithilfe der in SEQ ID NO: 2, 4, 6 oder 12 dargestellten Aminosäuresequenzen erstellen. Eine erfindungsgemäße Nukleinsäure kann unter Verwendung von cDNA oder alternativ von genomischer DNA als Matrize und geeigneten Oligonukleotidprimern gemäß Standard-PCR-Amplifikationstechniken amplifiziert werden. Die so amplifizierte Nukleinsäure kann in einen geeigneten Vektor kloniert werden und mittels DNA-Sequenzanalyse charakterisiert werden. Oligonukleotide, die einer Desaturase-Nukleotidsequenz entsprechen, können durch Standard-Syntheseverfahren, beispielsweise mit einem automatischen DNA-Synthesegerät, hergestellt werden.

Die in SEQ ID NO: 1, 3, 5 oder 11 gezeigte cDNA umfasst Sequenzen, die Desaturasen kodieren, (d.h. den "kodierenden Bereich") sowie 5'-untranslatierte Sequenzen und 3'-untranslatierte Sequenzen. Alternativ kann das Nukleinsäuremolekül nur den kodierenden Bereich einer der Sequenzen in SEQ ID NO: 1, 3, 5 oder 11 um-

33

fassen oder kann ganze genomische Fragmente, die aus genomischer DNA isoliert sind, enthalten.

Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform umfasst ein
5 erfindungsgemäßes isoliertes Nukleinsäuremolekül ein Nukleinsäuremolekül, das ein Komplement einer der in SEQ ID NO: 1, 3, 5 oder 11 gezeigten Nukleotidsequenzen oder eines Teils davon ist. Ein Nukleinsäuremolekül, das zu einer der in SEQ ID NO: 1, 3, 5 oder 11 gezeigten Nukleotidsequenzen komplementär ist, ist dann
10 ausreichend komplementär, wenn es mit einer der in SEQ ID NO: 1, 3, 5 oder 11 angegebenen Sequenzen hybridisieren kann, wodurch ein stabiler Duplex entsteht.

Homologe der neuen Desaturase-Nukleinsäuresequenzen mit der
15 Sequenz SEQ ID NO: 1, 3, 5 oder 11 bedeutet beispielsweise allelische Varianten mit mindestens etwa 50 bis 60 %, vorzugsweise mindestens etwa 60 bis 70 %, stärker bevorzugt mindestens etwa 70 bis 80 %, 80 bis 90 % oder 90 bis 95 % und noch stärker bevorzugt mindestens etwa 95 %, 96 %, 97 %, 98 %, 99 % oder
20 mehr Homologie zu einer in SEQ ID NO: 1, 3, 5 oder 11 gezeigten Nukleotidsequenzen oder ihren Homologen, Derivaten oder Analoga oder Teilen davon. Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform umfasst ein isoliertes erfindungsgemäßes Nukleinsäuremolekül eine Nukleotidsequenz, die an eine der in SEQ ID NO: 1, 3, 5 oder 11
25 gezeigten Nukleotidsequenzen oder einen Teil davon hybridisiert, z.B. unter stringenten Bedingungen hybridisiert. Allelische Varianten umfassen insbesondere funktionelle Varianten, die sich durch Deletion, Insertion oder Substitution von Nukleotiden aus/in der in SEQ ID NO: 1, 3, 5 oder 11 dargestellten Sequenz
30 erhalten lassen, wobei aber die Absicht ist, dass die Enzymaktivität der davon herrührenden synthetisierten Proteine für die Insertion eines oder mehrerer Gene vorteilhafterweise beibehalten wird. Proteine, die noch die enzymatische Aktivität der Desaturase besitzen, das heißt deren Aktivität im wesentlichen
35 nicht reduziert ist, bedeutet Proteine mit mindestens 10 %, vorzugsweise 20 %, besonders bevorzugt 30 %, ganz besonders bevorzugt 40 % der ursprünglichen Enzymaktivität, verglichen mit dem durch SEQ ID NO: 2, 4, 6 oder 12 kodierten Protein.

40 Homologen der SEQ ID NO: 1, 3, 5 oder 11 bedeuten beispielsweise auch bakterielle, Pilz- und Pflanzenhomologen, verkürzte Sequenzen, einzelsträngige DNA oder RNA der kodierenden und nicht-kodierenden DNA-Sequenz.

45 Homologen der SEQ ID NO: 1, 3, 5 oder 11 bedeutet auch Derivate, wie beispielsweise Promotorvarianten. Die Promotoren stromaufwärts der angegebenen Nukleotidsequenzen können durch

einen oder mehrere Nukleotidaustausche, durch Insertion(en) und/oder Deletion(en) modifiziert werden, ohne dass jedoch die Funktionalität oder Aktivität der Promotoren gestört wird. Es ist weiterhin möglich, dass die Aktivität der Promotoren durch
5 Modifikation ihrer Sequenz erhöht ist oder dass sie vollständig durch aktivere Promotoren, sogar aus heterologen Organismen, ersetzt werden.

Überdies kann das erfindungsgemäße Nukleinsäuremolekül nur
10 einen Teil des kodierenden Bereichs einer der Sequenzen in SEQ ID NO: 1, 3, 5 oder 11 umfassen, zum Beispiel ein Fragment, das als Sonde oder Primer verwendet werden kann, oder ein Fragment, welches einen biologisch aktiven Abschnitt einer Desaturase kodiert. Die aus der Klonierung des Desaturase-Gens
15 von *Phaeodactylum tricornutum* ermittelten Nukleotidsequenzen ermöglichen die Erzeugung von Sonden und Primern, die zur Identifizierung und/oder Klonierung von Desaturase-Homologen in anderen Zelltypen und Organismen sowie Desaturase-Homologen aus anderen Mikroalgen oder verwandten Arten gestaltet sind. Die Sonde/der
20 Primer umfasst gewöhnlich im wesentlichen gereinigtes Oligonukleotid. Das Oligonukleotid umfasst gewöhnlich einen Nukleotidsequenzbereich, der unter stringenten Bedingungen an mindestens etwa 12, vorzugsweise etwa 16, stärker bevorzugt etwa 25, 40, 50 oder 75 aufeinanderfolgende Nukleotide eines Sense-Stranges einer
25 der in SEQ ID NO: 1, 3, 5 oder 11 angegebenen Sequenzen, eines Antisense-Stranges einer der in SEQ ID NO: 1, 3, 5 oder 11 angegebenen Sequenzen oder seiner Homologen, Derivate oder Analoga oder natürlich vorkommender Mutanten davon hybridisiert. Primer auf der Basis einer Nukleotidsequenz der SEQ ID NO: 1, 3, 5
30 oder 11 können in PCR-Reaktionen zur Klonierung von Desaturase-Homologen verwendet werden. Sonden auf der Basis der Desaturase-Nukleotidsequenzen können zum Nachweis von Transkripten oder genomischen Sequenzen, die das gleiche oder homologe Proteine kodieren, verwendet werden. Bei bevorzugten Ausführungsformen
35 umfasst die Sonde zudem eine daran gebundene Markierungsgruppe, z.B. ein Radioisotop, eine fluoreszierende Verbindung, ein Enzym oder einen Enzym-Cofaktor. Diese Sonden können als Teil eines Test-Kits für genomische Marker zur Identifizierung von Zellen, die eine Desaturase misexprimieren, beispielsweise durch Messen
40 einer Menge einer Desaturase-kodierenden Nukleinsäure in einer Zellenprobe, z.B. Messen der Desaturase-mRNA-Spiegel, oder zur Bestimmung, ob ein genomisches Desaturase-Gen mutiert oder deletiert ist, verwendet werden.

45 Bei einer Ausführungsform kodiert das erfindungsgemäße Nukleinsäuremolekül ein Protein oder einen Teil davon, das/der eine Aminosäuresequenz umfasst, die ausreichend homolog zu einer

35

Aminosäuresequenz der SEQ ID NO: 2, 4, 6 oder 12 ist, dass das Protein oder der Teil davon die Fähigkeit, am Stoffwechsel von zum Aufbau von Zellmembranen in Mikroorganismen oder Pflanzen notwendigen Verbindungen oder am Transport von Molekülen über diese Membranen teilzunehmen, beibehält. Wie hier verwendet, betrifft der Begriff "ausreichend homolog" Proteine oder Teile davon, deren Aminosäuresequenzen eine minimale Anzahl identischer oder äquivalenter Aminosäurereste (z.B. einen Aminosäurerest mit einer ähnlichen Seitenkette, wie ein Aminosäurerest in einer der Sequenzen der SEQ ID NO:2) zu einer Aminosäuresequenz der SEQ ID NO: 2 aufweisen, so dass das Protein oder der Teil davon am Stoffwechsel von zum Aufbau von Zellmembranen in Mikroorganismen oder Pflanzen notwendigen Verbindungen oder am Transport von Molekülen über diese Membranen teilnehmen kann. Proteinbestandteile dieser Stoffwechselwege für Membrankomponenten oder Membrantransportsysteme können, wie hier beschrieben, eine Rolle bei der Produktion und Sekretion einer oder mehrerer Feinchemikalien spielen. Beispiele für diese Aktivitäten sind hier ebenfalls beschrieben. Somit trägt die "Funktion einer Desaturase" entweder direkt oder indirekt zur Ausbeute, Produktion und/oder Effizienz der Produktion einer oder mehrerer Feinchemikalien bei. Beispiele für Desaturase-Substratspezifitäten der katalytischen Aktivität sind in Tabelle 5 und 6 angegeben.

25

Bei einer weiteren Ausführungsform kodieren Derivate des erfindungsgemäßen Nukleinsäuremoleküls Proteine mit mindestens etwa 50 bis 60 %, vorzugsweise mindestens etwa 60 bis 70 % und stärker bevorzugt mindestens etwa 70 bis 80 %, 80 bis 90 %, 90 bis 95 % und am stärksten bevorzugt mindestens etwa 96 %, 97 %, 98 %, 99 % oder mehr Homologie zu einer vollständigen Aminosäuresequenz der SEQ ID NO:2. Die Homologie der Aminosäuresequenz kann über den gesamten Sequenzbereich mit dem Programm PileUp (J. Mol. Evolution., 25, 351-360, 1987, Higgins et al., CABIOS, 5, 1989:151-153) oder BESTFIT oder GAP bestimmt (Henikoff, S. and Henikoff, J. G. (1992). Amino acid substitution matrices from protein blocks. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 89: 10915-10919.)

Teile von Proteinen, die von den erfindungsgemäßen Desaturase-Nukleinsäuremolekülen kodiert werden, sind vorzugsweise biologisch aktive Teile einer der Desaturasen. Wie hier verwendet, soll der Begriff "biologisch aktiver Teil einer Desaturase", einen Abschnitt, z.B. eine Domäne/ein Motiv, einer Desaturase umfassen, der am Stoffwechsel von zum Aufbau von Zellmembranen in Mikroorganismen oder Pflanzen notwendigen Verbindungen oder am Transport von Molekülen über diese Membranen teilnehmen kann

oder eine in Tabelle 5 und 6 angegebene Aktivität aufweist. Zur Bestimmung, ob eine Desaturase oder ein biologisch aktiver Teil davon am Stoffwechsel von zum Aufbau von Zellmembranen in Mikroorganismen oder Pflanzen notwendigen Verbindungen oder am Transport von Molekülen über diese Membranen teilnehmen kann, kann ein Test der enzymatischen Aktivität durchgeführt werden. Diese Testverfahren, wie eingehend in Beispiel 8 des Beispielteils beschrieben, sind dem Fachmann geläufig.

- 10 Zusätzliche Nukleinsäurefragmente, die biologisch aktive Abschnitte einer Desaturase kodieren, lassen sich durch Isolierung eines Teils einer der Sequenzen in SEQ ID NO: 1, 3, 5 oder 11, Exprimieren des kodierten Abschnitt der Desaturase oder des Peptids (z.B. durch rekombinante Expression in vitro)
- 15 und Bestimmen der Aktivität des kodierten Teils der Desaturase oder des Peptids herstellen.

Die Erfindung umfasst zudem Nukleinsäuremoleküle, die sich von einer der in SEQ ID NO: 1, 3, 5 oder 11 gezeigten Nukleotidsequenzen (und Teilen davon) aufgrund des degenerierten genetischen Codes unterscheiden und somit die gleiche Desaturase kodieren wie diejenige, die von den in SEQ ID NO: 1, 3, 5 oder 11 gezeigten Nukleotidsequenzen kodiert wird. Bei einer anderen Ausführungsform hat ein erfindungsgemäßes isoliertes Nukleinsäuremolekül eine Nukleotidsequenz, die für ein Protein mit einer in SEQ ID NO: 2, 4, 6 oder 12 gezeigten Aminosäuresequenz kodiert. Bei einer weiteren Ausführungsform kodiert das erfindungsgemäße Nukleinsäuremolekül ein Vollängen-Desaturase-Protein, das zu einer Aminosäuresequenz der SEQ ID NO: 2, 4, 6 oder 12 (die von einem in SEQ ID NO: 1, 3, 5 oder 11 gezeigten offenen Leseraster kodiert wird) im wesentlichen homolog ist und durch gängige Methoden identifizierbar und isolierbar ist.

- Zusätzlich zu den in SEQ ID NO: 1, 3, 5 oder 11 gezeigten
- 35 Desaturase-Nukleotidsequenzen erkennt der Fachmann, dass DNA-Sequenzpolymorphismen, die zu Änderungen in den Aminosäuresequenzen der Desaturasen führen, innerhalb einer Population (z.B. der *Phaeodactylum tricornutum*-Population) existieren können. Diese genetischen Polymorphismen im Desaturase-Gen können
 - 40 zwischen Individuen innerhalb einer Population aufgrund von natürlicher Variation existieren. Wie hier verwendet, bedeuten die Begriffe "Gen" und "rekombinantes Gen" Nukleinsäuremoleküle mit einem offenen Leseraster, der eine Desaturase, vorzugsweise eine *Phaeodactylum tricornutum* -Desaturase, kodiert. Diese natürlichen Varianten bewirken üblicherweise eine Varianz von 1 bis
 - 45 5 % in der Nukleotidsequenz des Desaturase-Gens. Sämtliche und alle dieser Nukleotidvariationen und daraus resultierende

Aminosäurepolymorphismen in der Desaturase, die das Ergebnis natürlicher Variation sind und die funktionelle Aktivität von Desaturasen nicht verändern, sollen im Umfang der Erfindung enthalten sein.

5

- Nukleinsäuremoleküle, die den natürlichen Varianten entsprechen, und nicht-Phaeodactylum tricornutum-Homologen, -Derivate und -Analoge der Phaeodactylum tricornutum-cDNA können auf der Grundlage ihrer Homologie zu der hier offenbarten Phaeodactylum
- 10 tricornutum-Desaturase-Nukleinsäure unter Verwendung der Phaeodactylum tricornutum-cDNA oder eines Teils davon als Hybridisierungssonde gemäß Standard-Hybridisierungstechniken unter stringenten Hybridisierungsbedingungen isoliert werden. Bei einer anderen Ausführungsform ist ein erfindungsgemäßes isoliertes
- 15 Nukleinsäuremolekül mindestens 15 Nukleotide lang und hybridisiert unter stringenten Bedingungen mit dem Nukleinsäuremolekül, das eine Nukleotidsequenz der SEQ ID NO:1, 3, 5 oder 11 umfasst. Bei anderen Ausführungsformen ist die Nukleinsäure mindestens 25, 50, 100, 250 oder mehr Nukleotide lang. Der Begriff "hybridisiert
- 20 unter stringenten Bedingungen", wie hier verwendet, soll Hybridisierungs- und Waschbedingungen beschreiben, unter denen Nukleotidsequenzen, die mindestens 60 % homolog zueinander sind, gewöhnlich aneinander hybridisiert bleiben. Die Bedingungen sind vorzugsweise derart, dass Sequenzen, die mindestens etwa 65 %,
- 25 stärker bevorzugt mindestens etwa 70 % und noch stärker bevorzugt mindestens etwa 75 % oder stärker zueinander homolog sind, gewöhnlich aneinander hybridisiert bleiben. Diese stringenten Bedingungen sind dem Fachmann bekannt und lassen sich in Current Protocols in Molecular Biology, John Wiley & Sons, N. Y. (1989),
- 30 6.3.1-6.3.6., finden. Ein bevorzugtes, nicht einschränkendes Beispiel für stringente Hybridisierungsbedingungen sind Hybridisierungen in 6 x Natriumchlorid/Natriumcitrat (sodium chloride/sodium citrate = SSC) bei etwa 45°C, gefolgt von einem oder mehreren Waschschritten in 0,2 x SSC, 0,1 % SDS bei 50 bis 65°C.
- 35 Dem Fachmann ist bekannt, dass diese Hybridisierungsbedingungen sich je nach dem Typ der Nukleinsäure und, wenn beispielsweise organische Lösungsmittel vorliegen, hinsichtlich der Temperatur und der Konzentration des Puffers unterscheiden. Die Temperatur unterscheidet sich beispielsweise unter "Standard-Hybridisierungsbedingungen" je nach dem Typ der Nukleinsäure zwischen
- 40 42°C und 58°C in wässrigem Puffer mit einer Konzentration von 0,1 bis 5 x SSC (pH 7,2). Falls organisches Lösungsmittel im oben genannten Puffer vorliegt, zum Beispiel 50 % Formamid, ist die Temperatur unter Standardbedingungen etwa 42°C. Vorzugsweise sind
- 45 die Hybridisierungsbedingungen für DNA:DNA-Hybride zum Beispiel 0,1 x SSC und 20°C bis 45°C, vorzugsweise zwischen 30°C und 45°C. Vorzugsweise sind die Hybridisierungsbedingungen für DNA:RNA-

- Hybride zum Beispiel 0,1 x SSC und 30°C bis 55°C, vorzugsweise zwischen 45°C und 55°C. Die vorstehend genannten Hybridisierungstemperaturen sind beispielsweise für eine Nukleinsäure mit etwa 100 bp (= Basenpaare) Länge und einem G + C-Gehalt von 50 %
- 5 in Abwesenheit von Formamid bestimmt. Der Fachmann weiß, wie die erforderlichen Hybridisierungsbedingungen anhand von Lehrbüchern, wie dem vorstehend erwähnten oder aus den folgenden Lehrbüchern Sambrook et al., "Molecular Cloning", Cold Spring Harbor Laboratory, 1989; Hames und Higgins (Hrsgb.) 1985,
- 10 "Nucleic Acids Hybridization: A Practical Approach", IRL Press at Oxford University Press, Oxford; Brown (Hrsgb.) 1991, "Essential Molecular Biology: A Practical Approach", IRL Press at Oxford University Press, Oxford, bestimmt werden können.
- 15 Vorzugsweise entspricht ein erfindungsgemäßes isoliertes Nukleinsäuremolekül, das unter stringenten Bedingungen an eine Sequenz der SEQ ID NO: 1, 3, 5 oder 11 hybridisiert, einem natürlich vorkommenden Nukleinsäuremolekül. Wie hier verwendet, betrifft ein "natürlich vorkommendes" Nukleinsäuremolekül ein RNA- oder DNA-
- 20 Molekül mit einer Nukleotidsequenz, die in der Natur vorkommt (z.B. ein natürliches Protein kodiert). Bei einer Ausführungsform kodiert die Nukleinsäure eine natürliche vorkommendes Phyaedactylum tricornutum-Desaturase.
- 25 Zusätzlich zu natürlich vorkommenden Varianten der Desaturase-sequenz, die in der Population existieren können, erkennt der Fachmann ferner, dass auch Änderungen durch Mutation in eine Nukleotidsequenz der SEQ ID NO: 1, 3, 5 oder 11 eingebracht werden können, was zu Änderungen der Aminosäuresequenz der
- 30 kodierten Desaturase führt, ohne dass die Funktionsfähigkeit des Desaturaseproteins beeinträchtigt wird. Beispielsweise lassen sich Nukleotidsusbtitutionen, die an "nicht-essentiellen" Aminosäureresten zu Aminosäuresubstitutionen führen, in einer Sequenz der SEQ ID NO: 2, 4, 6 oder 12 herstellen. Ein "nicht-
- 35 essentieller" Aminosäurerest ist ein Rest, der sich in einer Wildtyp-Desaturasequenz einer der Desaturasen (SEQ ID NO: 2, 4, 6 oder 12) verändern lässt, ohne dass die Aktivität der Desaturase verändert das heißt wesentlich reduziert wird, wohingegen ein "essentieller" Aminosäurerest für die Desaturaseaktivität
- 40 erforderlich ist. Andere Aminosäurereste (z.B. diejenigen, die in der Domäne mit Desaturaseaktivität nicht konserviert oder lediglich semikonserviert sind) können jedoch für die Aktivität nicht essentiell sein und lassen sich somit verändern, ohne dass die Desaturaseaktivität verändert wird.

Folglich betrifft ein weiterer Aspekt der Erfindung Nukleinsäuremoleküle, die Desaturasen kodieren, die veränderte Aminosäurereste enthalten, die für die Desaturaseaktivität nicht essentiell sind. Diese Desaturasen unterscheiden sich in der

5 Aminosäuresequenz von einer Sequenz in SEQ ID NO: 2, 4, 6 oder 12 und behalten dennoch zumindest eine der hier beschriebenen Desaturaseaktivitäten. Das isolierte Nukleinsäuremolekül umfasst bei einer Ausführungsform eine Nukleotidsequenz, die ein Protein kodiert, wobei das Protein eine Aminosäuresequenz mit mindestens

10 etwa 50 % Homologie zu einer Aminosäuresequenz der SEQ ID NO: 2, 4, 6 oder 12 umfasst und am Stoffwechsel von zum Aufbau von Zellmembranen in *Phaeodactylum tricornutum* notwendigen Verbindungen oder am Transport von Molekülen über diese Membranen teilnehmen kann. Das von dem Nukleinsäuremolekül kodierte Protein ist

15 vorzugsweise mindestens etwa 50 bis 60 % homolog zu einer der Sequenzen in SEQ ID NO: 2, 4, 6 oder 12 stärker bevorzugt mindestens etwa 60 bis 70 % homolog zu einer der Sequenzen in SEQ ID NO: 2, 4, 6 oder 12 noch stärker bevorzugt mindestens etwa 70 bis 80 %, 80 bis 90 %, 90 bis 95 % homolog zu einer

20 der Sequenzen in SEQ ID NO: 2, 4, 6 oder 12 und am stärksten bevorzugt mindestens etwa 96 %, 97 %, 98 % oder 99 % homolog zu einer der Sequenzen in SEQ ID NO: 2, 4, 6 oder 12.

Zur Bestimmung der prozentualen Homologie von zwei Aminosäuresequenzen (z.B. einer der Sequenzen der SEQ ID NO: 2, 4, 6 oder

25 12 und einer mutierten Form davon) oder von zwei Nukleinsäuren werden die Sequenzen zum Zweck des optimalen Vergleichs untereinander geschrieben (z.B. können Lücken in die Sequenz eines Proteins oder einer Nukleinsäure eingefügt werden, um ein opti-

30 males Alignment mit dem anderen Protein oder der anderen Nukleinsäure zu erzeugen). Die Aminosäurereste oder Nukleotide an den entsprechenden Aminosäurepositionen oder Nukleotidpositionen werden dann verglichen. Wenn eine Position in einer Sequenz (z.B. einer der Sequenzen der SEQ ID NO: 2, 4, 6 oder 12) durch den

35 gleichen Aminosäurerest oder das gleiche Nukleotid wie die entsprechende Stelle in der anderen Sequenz (z.B. einer mutierten Form der aus SEQ ID NO: 2, 4, 6 oder 12 ausgewählten Sequenz) belegt wird, dann sind die Moleküle an dieser Position homolog (d.h. Aminosäure- oder Nukleinsäure-"Homologie", wie hier ver-

40 wendet, entspricht Aminosäure- oder Nukleinsäure-"Identität"). Die prozentuale Homologie zwischen den beiden Sequenzen ist eine Funktion der Anzahl an identischen Positionen, die den Sequenzen gemeinsam sind (d.h. % Homologie = Anzahl der identischen Positionen/Gesamtanzahl der Positionen x 100).

45 Die Begriffe Homologie und Identität sind damit als Synonym anzusehen.

Ein isoliertes Nukleinsäuremolekül, das eine Desaturase kodiert, die zu einer Proteinsequenz der SEQ ID NO: 2, 4, 6 oder 12 homolog ist, kann durch Einbringen einer oder mehrerer Nukleotidsubstitutionen, -additionen oder -deletionen in eine Nukleotidsequenz der SEQ ID NO: 1, 3, 5 oder 11 erzeugt werden, so dass eine oder mehrere Aminosäuresubstitutionen, -additionen oder -deletionen in das kodierte Protein eingebracht werden. Mutationen können in eine der Sequenzen der SEQ ID NO: 1, 3, 5 oder 11 durch Standardtechniken, wie stellenspezifische Mutagenese und PCR-vermittelte Mutagenese, eingebracht werden. Vorzugsweise werden konservative Aminosäuresubstitutionen an einer oder mehreren der vorhergesagten nicht-essentiellen Aminosäureresten hergestellt. Bei einer "konservativen Aminosäuresubstitution" wird der Aminosäurerest gegen einen Aminosäurerest mit einer ähnlichen Seitenkette ausgetauscht. Im Fachgebiet sind Familien von Aminosäureresten mit ähnlichen Seitenketten definiert worden. Diese Familien umfassen Aminosäuren mit basischen Seitenketten (z.B. Lysin, Arginin, Histidin), sauren Seitenketten (z.B. Asparaginsäure, Glutaminsäure), ungeladenen polaren Seitenketten (z.B. Glycin, Asparagin, Glutamin, Serin, Threonin, Tyrosin, Cystein), unpolaren Seitenketten, (z.B. Alanin, Valin, Leucin, Isoleucin, Prolin, Phenylalanin, Methionin, Tryptophan), beta-verzweigten Seitenketten (z.B. Threonin, Valin, Isoleucin) und aromatischen Seitenketten (z.B. Tyrosin, Phenylalanin, Tryptophan, Histidin). Ein vorhergesagter nicht-essentieller Aminosäurerest in einer Desaturase wird somit vorzugsweise durch einen anderen Aminosäurerest aus der gleichen Seitenkettenfamilie ausgetauscht. Alternativ können bei einer anderen Ausführungsform die Mutationen zufallsgemäß über die gesamte oder einen Teil der Desaturase-kodierenden Sequenz eingebracht werden, z.B. durch Sättigungsmutagenese, und die resultierenden Mutanten können nach der hier beschriebenen Desaturase-Aktivität durchmustert werden, um Mutanten zu identifizieren, die Desaturaseaktivität beibehalten. Nach der Mutagenese einer der Sequenzen der SEQ ID NO: 1, 3, 5 oder 11 kann das kodierte Protein rekombinant exprimiert werden, und die Aktivität des Proteins kann z.B. unter Verwendung der hier beschriebenen Tests (siehe Beispielteil) bestimmt werden.

Zusätzlich zu den Nukleinsäuremolekülen, welche die vorstehend beschriebenen Desaturasen kodieren, betrifft ein weiterer Aspekt der Erfindung isolierte Nukleinsäuremoleküle, die "Antisense" zu den erfindungsgemäßen Nukleinsäuresequenzen sind. Eine "Antisense"-Nukleinsäure umfasst eine Nukleotidsequenz, die zu einer "Sense"-Nukleinsäure, welche ein Protein kodiert, komplementär ist, z.B. komplementär zum kodierenden Strang eines doppelsträngigen cDNA-Moleküls oder komplementär zu einer mRNA-Sequenz.

- Eine Antisense-Nukleinsäure kann folglich über Wasserstoffbrückenbindungen an eine Sense-Nukleinsäure binden. Die Antisense-Nukleinsäure kann zu einem gesamten Desaturase-kodierenden Strang oder nur zu einem Teil davon komplementär sein. Bei einer Ausführungsform ist ein Antisense-Nukleinsäuremolekül "Antisense" zu einem "kodierenden Bereich" des kodierenden Strangs einer Nukleotidsequenz, die eine Desaturase kodiert. Der Begriff "kodierender Bereich" betrifft den Bereich der Nukleotidsequenz, der Codons umfasst, die in Aminosäurereste translatiert werden (z.B. den gesamten kodierenden Bereich, der mit dem Stopcodon beginnt und endet, d.h. dem letzten Codon vor dem Stopcodon). Bei einer weiteren Ausführungsform ist das Antisense-Nukleinsäuremolekül "Antisense" zu einem "nicht-kodierenden Bereich" des kodierenden Strangs einer Nukleotidsequenz, die Desaturase kodiert. Der Begriff "nicht-kodierender Bereich" betrifft 5'- und 3'-Sequenzen, die den kodierenden Bereich flankieren und nicht in Aminosäuren translatiert werden (d.h. die man auch als 5'- und 3'-untranslatierte Bereiche bezeichnet).
- 20 Unter Voraussetzung der hier offenbarten Desaturase-kodierenden Sequenzen des kodierenden Stranges (z.B. die in SEQ ID NO: 1, 3, 5 oder 11 dargestellten Sequenzen) können erfindungsgemäße Antisense-Nukleinsäuren gemäß den Regeln der Watson-Crick-Basenpaarung gestaltet werden. Das Antisense-Nukleinsäuremolekül kann
- 25 komplementär zum gesamten kodierenden Bereich von Desaturase-mRNA sein, ist aber stärker bevorzugt ein Oligonukleotid, das nur zu einem Teil des kodierenden oder nicht-kodierenden Bereichs von Desaturase-mRNA "Antisense" ist. Das Antisense-Oligonukleotid kann z.B. zu dem Bereich, der die Translationsstartstelle von
- 30 Desaturase-mRNA umgibt, komplementär sein. Ein Antisense-Oligonukleotid kann z.B. etwa 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 oder 50 und mehr Nukleotide lang sein. Eine erfindungsgemäße Antisense-Nukleinsäure kann unter Verwendung chemischer Synthese und enzymatischer Ligationsreaktionen mittels im Fachgebiet bekannter
- 35 Verfahren konstruiert werden. Eine Antisense-Nukleinsäure (z.B. ein Antisense-Oligonukleotid) kann z.B. chemisch synthetisiert werden, wobei natürlich vorkommende Nukleotide oder verschiedentlich modifizierte Nukleotide verwendet werden, die so gestaltet sind, dass sie die biologische Stabilität der Moleküle erhöhen
- 40 oder die physikalische Stabilität des zwischen der Antisense- und der Sense-Nukleinsäure gebildeten Duplexes erhöhen, beispielsweise können Phosphorthioat-Derivate und acridinsubstituierte Nukleotide verwendet werden. Beispiele für modifizierte Nukleotide, die zur Erzeugung der Antisense-Nukleinsäure verwendet
- 45 werden können, sind u.a. 5-Fluoruracil, 5-Bromuracil, 5-Chloruracil, 5-Ioduracil, Hypoxanthin, Xanthin, 4-Acetylcytosin, 5-(Carboxyhydroxymethyl)uracil, 5-Carboxymethylaminomethyl-2-

- thiouridin, 5-Carboxymethylaminomethyluracil, Dihydrouracil, Beta-D-Galactosylqueosin, Inosin, N6-Isopentenyladenin, 1-Methylguanin, 1-Methylinosin, 2,2-Dimethylguanin, 2-Methyladenin, 2-Methylguanin, 3-Methylcytosin, 5-Methylcytosin, N6-Adenin, 5 7-Methylguanin, 5-Methylaminomethyluracil, 5-Methoxyaminomethyl-2-thiouracil, Beta-D-Mannosylqueosin, 5'-Methoxycarboxymethyluracil, 5-Methoxyuracil, 2-Methylthio-N6-isopentyladenin, Uracil-5-oxyessigsäure (v), Wybutoxosin, Desaturaseudouracil, Queosin, 2-Thiocytosin, 5-Methyl-2-thiouracil, 2-Thiouracil, 4-Thiouracil, 10 5-Methyluracil, Uracil-5-oxyessigsäuremethylester, Uracil-5-oxyessigsäure (v), 5-Methyl-2-thiouracil, 3-(3-Amino-3-N-2-carboxypropyl)uracil, (acp3)w und 2,6-Diaminopurin. Die Antisense-Nukleinsäure kann alternativ biologisch unter Verwendung eines Expressionsvektors hergestellt werden, in den eine Nukleinsäure in Antisense-Richtung subkloniert worden ist (d.h. RNA, 15 die von der eingebrachten Nukleinsäure transkribiert wird, ist zu einer Zielnukleinsäure von Interesse in Antisense-Richtung orientiert, was im nachstehenden Unterabschnitt weiter beschrieben ist).
- 20 Die erfindungsgemäßen Antisense-Nukleinsäuremoleküle werden üblicherweise an eine Zelle verabreicht oder in situ erzeugt, so dass sie mit der zellulären mRNA und/oder der genomischen DNA, die eine Desaturase kodiert, hybridisieren oder daran binden, um dadurch die Expression des Proteins, z.B. durch Hemmung der 25 Transkription und/oder Translation, zu hemmen. Die Hybridisierung kann durch herkömmliche Nukleotidkomplementarität unter Bildung eines stabilen Duplexes oder z.B. im Fall eines Antisense-Nukleinsäuremoleküls, das DNA-Duplexes bindet, durch spezifische Wechselwirkungen in der großen Furche der Doppelhelix erfolgen.
- 30 Das Antisense-Molekül kann so modifiziert sein, dass es spezifisch an einen Rezeptor oder an ein auf einer ausgewählten Zelloberfläche exprimiertes Antigen bindet, z.B. durch Binden des Antisense-Nukleinsäuremoleküls an ein Peptid oder einen Antikörper, das/der an einen Zelloberflächenrezeptor oder ein Antigen 35 bindet. Das Antisense-Nukleinsäuremolekül kann auch unter Verwendung der hier beschriebenen Vektoren den Zellen zugeführt werden. Zur Erzielung ausreichender intrazellulärer Konzentrationen der Antisense-Moleküle sind Vektorkonstrukte, in denen sich das Antisense-Nukleinsäuremolekül unter der Kontrolle eines 40 starken prokaryotischen, viralen oder eukaryotischen, einschließlich pflanzlichen, Promotors befindet, bevorzugt.

Bei einer weiteren Ausführungsform ist das erfindungsgemäße Antisense-Nukleinsäuremolekül ein α -anomerer Nukleinsäuremolekül. Ein 45 α -anomerer Nukleinsäuremolekül bildet spezifische doppelsträngige Hybride mit komplementärer RNA, wobei die Stränge im Gegensatz zu gewöhnlichen β -Einheiten parallel zueinander verlaufen. (Gaultier

et al. (1987) Nucleic Acids Res. 15:6625-6641). Das Antisense-Nukleinsäuremolekül kann zudem ein 2'-o-Methylribonukleotid (Inoue et al. (1987) Nucleic Acids Res. 15:6131-6148) oder ein chimäres RNA-DNA-Analogon (Inoue et al. (1987) FEBS Lett. 5 215:327-330) umfassen.

- Bei einer weiteren Ausführungsform ist eine erfindungsgemäße Antisense-Nukleinsäure ein Ribozym. Ribozyme sind katalytische RNA-Moleküle mit Ribonukleaseaktivität, die eine einzelsträngige
- 10 Nukleinsäure, wie eine mRNA, spalten können, zu der sie einen komplementären Bereich haben. Somit können Ribozyme (z.B. Hammer-head-Ribozyme (beschrieben in Haselhoff und Gerlach (1988) Nature 334:585-591)) zur katalytischen Spaltung von Desaturase-mRNA-Transkripten verwendet werden, um dadurch die Translation von
- 15 Desaturase-mRNA zu hemmen. Ein Ribozym mit Spezifität für eine Desaturase-kodierende Nukleinsäure kann auf der Basis der Nukleotidsequenz einer der in SEQ ID NO: 1, 3, 5 oder 11 offenbarten Desaturase-cDNA (d.h. oder auf der Basis einer gemäß den in dieser Erfindung gelehrteten Verfahren zu isolierenden heterologen
- 20 Sequenz gestaltet werden. Beispielsweise kann ein Derivat einer Tetrahymena-L-19-IVS-RNA konstruiert werden, wobei die Nukleotidsequenz der aktiven Stelle komplementär zu der Nukleotidsequenz ist, die in einer Desaturase-kodierenden mRNA gespalten werden soll. Siehe z.B. Cech et al., US-Patent Nr. 4,987,071 und Cech
- 25 et al., US-Patent Nr. 5,116,742. Alternativ kann Desaturase-mRNA zur Selektion einer katalytischen RNA mit einer spezifischen Ribonukleaseaktivität aus einem Pool von RNA-Molekülen verwendet werden. Siehe z.B. Bartel, D., und Szostak, J.W. (1993) Science 261:1411-1418.
- 30 Alternativ lässt sich die Desaturase-Gen-Expression hemmen, indem Nukleotidsequenzen, die komplementär zum regulatorischen Bereich einer Desaturase-Nukleotidsequenz (z.B. einem Desaturase-Promotor und/oder -Enhancer) sind, so dirigiert werden, dass
- 35 Dreifachhelix-Strukturen gebildet werden, welche die Transkription eines Desaturase-Gens in Zielzellen hemmen. Siehe allgemein Helene, C. (1991) Anticancer Drug Res. 6(6) 569-84; Helene, C., et al. (1992) Ann. N. Y. Acad. Sci. 660:27-36; und Maher. L.J. (1992) Bioassays 14(12):807-815.
- 40 B. Genkonstrukt (= Nukleinsäurekonstrukt, -fragment oder Expressionskassette)

Unter der erfindungsgemäßen Expressionskassette sind die in

45 SEQ ID NO: 1, SEQ ID NO: 3, SEQ ID NO: 5 oder SEQ ID NO: 11 genannten Sequenzen, die sich als Ergebnis des genetischen Codes und/oder deren funktionellen oder nicht funktionellen Derivate

- zu verstehen, die mit einem oder mehreren Regulationssignalen vorteilhafterweise zur Erhöhung der Genexpression funktionell verknüpft wurden und welche vorteilhaft die Expression der codierenden Sequenz in der Wirtszelle steuern. Diese regulatorischen
- 5 Sequenzen sollen die gezielte Expression der Gene und der Proteinexpression ermöglichen. Dies kann beispielsweise je nach Wirtsorganismus bedeuten, dass das Gen erst nach Induktion exprimiert und/oder überexprimiert wird, oder dass es sofort exprimiert und/oder überexprimiert wird. Beispielsweise handelt
- 10 es sich bei diesen regulatorischen Sequenzen um Sequenzen an die Induktoren oder Repressoren binden und so die Expression der Nukleinsäure regulieren. Zusätzlich zu diesen neuen Regulationssequenzen oder anstelle dieser Sequenzen kann die natürliche Regulation dieser Sequenzen vor den eigentlichen Strukturgenen
- 15 noch vorhanden sein und gegebenenfalls genetisch verändert worden sein, so dass die natürliche Regulation ausgeschaltet und die Expression der Gene erhöht wurde. Das Genkonstrukt kann aber auch einfacher aufgebaut sein, das heißt es wurden keine zusätzlichen Regulationssignale vor die Nukleinsäuresequenz oder
- 20 dessen Derivate inseriert und der natürliche Promotor mit seiner Regulation wurde nicht entfernt. Stattdessen wurde die natürliche Regulationssequenz so mutiert, dass keine Regulation mehr erfolgt und/oder die Genexpression gesteigert wird. Diese veränderten Promotoren können in Form von Teilsequenzen (= Promotor mit
- 25 Teilen der erfindungsgemäßen Nukleinsäuresequenzen) auch allein vor das natürliche Gen zur Steigerung der Aktivität gebracht werden. Das Genkonstrukt kann außerdem vorteilhafterweise auch eine oder mehrere sogenannte "enhancer Sequenzen" funktionell verknüpft mit dem Promotor enthalten, die eine erhöhte Expression
- 30 der Nukleinsäuresequenz ermöglichen. Auch am 3'-Ende der DNA-Sequenzen können zusätzliche vorteilhafte Sequenzen inseriert werden wie weitere regulatorische Elemente oder Terminatoren. Die Δ -5-Desaturase-/ Δ -6-Desaturase und/oder Δ -12-Desaturasegene können in einer oder mehreren Kopien in der Expressionskassette
- 35 (= Genkonstrukt) enthalten sein.

Die regulatorischen Sequenzen bzw. Faktoren können dabei wie oben beschrieben vorzugsweise die Genexpression der eingeführten Gene positiv beeinflussen und dadurch erhöhen. So kann eine Ver-

40 stärkung der regulatorischen Elemente vorteilhafterweise auf der Transkriptionsebene erfolgen, indem starke Transkriptionssignale wie Promotoren und/oder "Enhancer" verwendet werden. Daneben ist aber auch eine Verstärkung der Translation möglich, indem beispielsweise die Stabilität der mRNA verbessert wird.

45

- Eine weitere Ausführungsform der Erfindung sind ein oder mehrere Genkonstrukte, die eine oder mehrere Sequenzen enthalten, die durch Seq ID NO: 1, 3, 5, 7, 9 oder 11 definiert sind und gem. SEQ ID NO: 2, 4, 6, 8, 10 oder 12 Polypeptide kodieren. Dabei
- 5 stammen SEQ ID NO: 1, 3, 5, 7 und 11 von Desaturasen während SEQ ID NO: 9 für eine Elongase codiert. Desaturasen codierende Enzyme, die eine Doppelbindung in Δ -5-, Δ -6- oder Δ -12-Position einführen, wobei das Substrat ein, zwei, drei oder vier Doppel-
- 10 bindungen aufweisen. Die in SEQ ID NO: 9 dargestellte Sequenz codiert für eine Enzymaktivität, die eine Fettsäure um mindestens zwei Kohlenstoffatome verlängert sowie ihre Homologen, Derivate oder Analoga, die funktionsfähig mit einem oder mehreren Regulationssignalen, vorteilhafterweise zur Steigerung der Genexpression, verbunden sind. Beispiele für diese Regula-
- 15 tionssequenzen sind Sequenzen, an die Induktoren oder Repressoren binden und so die Expression der Nukleinsäure regulieren. Zusätzlich zu diesen neuen Regulationssequenzen kann die natürliche Regulation dieser Sequenzen vor den eigentlichen Strukturgenen noch vorhanden sein und, wenn geeignet, genetisch modifiziert
- 20 worden sein, so dass die natürliche Regulation ausgeschaltet worden ist und die Expression der Gene gesteigert worden ist. Das Genkonstrukt kann jedoch auch eine einfachere Struktur haben, d.h. dass keine zusätzlichen Regulationssignale vor der Sequenz SEQ ID NO: 1, 3, 5 oder 11 oder ihren Homologen inseriert worden
- 25 sind und der natürliche Promotor mit seiner Regulation nicht deletiert worden ist. Statt dessen ist die natürliche Regulationssequenz so mutiert worden, dass keine Regulation mehr stattfindet und die Genexpression verstärkt ist. Das Genkonstrukt kann außerdem vorteilhafterweise eine oder mehrere sogenannte
- 30 Enhancer-Sequenzen, die funktionsfähig mit dem Promotor verbunden sind und die gesteigerte Expression der Nukleinsäuresequenz ermöglichen, umfassen. Es ist auch möglich, am 3'-Ende der DNA-Sequenzen zusätzlich vorteilhafte Sequenzen zu inserieren, beispielsweise weitere Regulationselemente oder Terminatoren. Die
- 35 Desaturasegene und das Elongasegen können im Genkonstrukt in einer oder mehreren Kopien vorliegen. Sie können in einem Genkonstrukt oder mehreren Genkonstrukten vorliegen. Dieses Genkonstrukt oder die Genkonstrukte können zusammen im Wirtorganismus exprimiert werden. Dabei kann das Genkonstrukt oder
- 40 die Genkonstrukte in einem oder mehreren Vektoren inseriert sein und frei in der Zelle vorliegen oder aber im Genom inseriert sein. Es ist vorteilhaft für die Insertion weiterer Gene in Organismen, wenn weitere Gene im Genkonstrukt vorliegen.
- 45 Vorteilhafte Regulationssequenzen für das neue Verfahren liegen beispielsweise in Promotoren vor, wie dem *cos*-, *tac*-, *trp*-, *tet*-, *trp-tet*-, *lpp*-, *lac*-, *lpp-lac*-, *lacI^q*-, *T7*-, *T5*-, *T3*-, *gal*-, *trc*-

- ara-, SP6-, λ -P_R- oder λ -P_L-Promotor und werden vorteilhafterweise in Gram-negativen Bakterien angewendet. Weitere vorteilhafte Regulationssequenzen liegen beispielsweise in den Gram-positiven Promotoren amy und SPO2, in den Hefe- oder Pilzpromotoren ADC1, MF α , AC, P-60, CYC1, GAPDH, TEF, rp28, ADH oder in den Pflanzenpromotoren CaMV/35S [Franck et al., Cell 21 (1980) 285-294], PRP1 [Ward et al., Plant. Mol. Biol. 22 (1993)], SSU, OCS, lib4, usp, STLS1, B33, nos oder im Ubiquitin- oder Phaseolin-Promotor vor. In diesem Zusammenhang vorteilhaft sind ebenfalls induzierbare Promotoren, wie die in EP-A-0 388 186 (Benzylsulfonamid-induzierbar), Plant J. 2, 1992:397-404 (Gatz et al., Tetra-cyclin-induzierbar), EP-A-0 335 528 (Abzissinsäure-induzierbar) oder WO 93/21334 (Ethanol- oder Cyclohexenol-induzierbar) beschriebenen Promotoren. Weitere geeignete Pflanzenpromotoren sind der Promotor von cytosolischer FBPase oder der ST-LSI-Promotor der Kartoffel (Stockhaus et al., EMBO J. 8, 1989, 2445), der Phosphoribosylpyrophosphatamidotransferase-Promotor aus Glycine max (Genbank-Zugangsnr. U87999) oder der in EP-A-0 249 676 beschriebene nodienspezifische Promotor. Besonders vorteilhafte Promotoren sind Promotoren, welche die Expression in Geweben ermöglichen, die an der Fettsäurebiosynthese beteiligt sind. Ganz besonders vorteilhaft sind samenspezifische Promotoren, wie der ausführungsgemäße USP Promotor aber auch andere Promotoren wie der LeB4- (Baeumlein et al., Plant J., 1992, 2 (2) (2):233-239), DC3 (Thomas, Plant Cell 1996, 263:359-368), Phaseolin- oder Napin-Promotor. Weitere besonders vorteilhafte Promotoren sind samenspezifische Promotoren, die für monokotyle oder dikotyle Pflanzen verwendet werden können und in US 5,608,152 (Napin-Promotor aus Raps), WO 98/45461 (Oleosin-Promotor aus Arabidopsis), US 5,504,200 (Phaseolin-Promotor aus Phaseolus vulgaris), WO 91/13980 (Bce4-Promotor aus Brassica), von Baeumlein et al., Plant J., 1992, 2 (2):233-239 (LeB4-Promotor aus einer Leguminose) beschrieben sind, wobei sich diese Promotoren für Dikotyledonen eignen. Die folgenden Promotoren eignen sich beispielsweise für Monokotyledonen lpt-2- oder lpt-1-Promotor aus Gerste (WO 95/15389 und WO 95/23230), Hordein-Promotor aus Gerste und andere, in WO 99/16890 beschriebene geeignete Promotoren.
- Es ist im Prinzip möglich, alle natürlichen Promotoren mit ihren Regulationssequenzen, wie die oben genannten, für das neue Verfahren zu verwenden. Es ist ebenfalls möglich und vorteilhaft, zusätzlich synthetische Promotoren zu verwenden.
- Das Genkonstrukt kann, wie oben beschrieben, auch weitere Gene umfassen, die in die Organismen eingebracht werden sollen. Es ist möglich und vorteilhaft, in die Wirtsorganismen Regulationsgene,

- wie Gene für Induktoren, Repressoren oder Enzyme, welche durch ihre Enzymaktivität in die Regulation eines oder mehrerer Gene eines Biosynthesewegs eingreifen, einzubringen und darin zu exprimieren. Diese Gene können heterologen oder homologen Ursprungs sein. Weiterhin können vorteilhaft im Nukleinsäurekonstrukt bzw. Genkonstrukt weitere Biosynthesegene des Fettsäure- oder Lipidstoffwechsels enthalten sein oder aber diese Gene können auf einem weiteren oder mehreren weiteren Nukleinsäurekonstrukten liegen. Vorteilhaft werden als Biosynthesegene des Fettsäure- oder Lipidstoffwechsels ein Gen ausgewählt aus der Gruppe Acyl-CoA-Dehydrogenase(n), Acyl-ACP[= acyl carrier protein]-Desaturase(n), Acyl-ACP-Thioesterase(n), Fettsäure-Acyl-Transferase(n), Fettsäure-Synthase(n), Fettsäure-Hydroxylase(n), Acetyl-Coenzym A-Carboxylase(n), Acyl-Coenzym, A-Oxidase(n), Fettsäure-Desaturase(n), Fettsäure-Acetylenasen, Lipoxxygenasen, Triacylglycerol-Lipasen, Allenoxid-Synthasen, Hydroperoxid-Lyasen oder Fettsäure-Elongase(n) oder deren Kombinationen verwendet.

- Genkonstrukte umfassen vorteilhafterweise zur Expression der anderen vorliegenden Gene weitere 3'- und/oder 5'-terminale Regulationssequenzen zur Steigerung der Expression, die in Abhängigkeit vom gewählten Wirtsorganismus und dem Gen oder den Genen für die optimale Expression ausgewählt werden. Diese Regulationssequenzen sollen, wie oben erwähnt, die spezifische Expression der Gene und die Proteinexpression ermöglichen. Dies kann je nach dem Wirtsorganismus beispielsweise bedeuten, dass das Gen nur nach Induktion exprimiert oder überexprimiert wird oder dass es sofort exprimiert und/oder überexprimiert wird.
- Die Regulationssequenzen oder -faktoren können außerdem vorzugsweise eine vorteilhafte Wirkung auf die Expression der eingebrachten Gene haben und diese somit steigern. Auf diese Weise ist es möglich, dass die Regulationselemente unter Verwendung starker Transkriptionssignale, wie Promotoren und/oder Enhancer, vorteilhafterweise auf Transkriptionsebene verstärkt werden. Es ist jedoch weiterhin auch möglich, die Translation zum Beispiel durch Verbesserung der mRNA-Stabilität zu verstärken.

40 C. Rekombinante Expressionsvektoren und Wirtszellen

- Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft Vektoren, vorzugsweise Expressionsvektoren, die eine Nukleinsäure enthalten, die eine Desaturase allein (oder einen Teil davon) oder ein unter Punkt b beschriebenes Nukleinsäurekonstrukt in dem die erfindungsgemäße Nukleinsäure allein oder in Kombination mit weiteren Biosynthesegenen des Fettsäure- oder Lipidstoffwechsels

- wie Desaturasasen oder Elongasen enthalten ist. Wie hier verwendet, betrifft der Begriff "Vektor" ein Nukleinsäuremolekül, das eine andere Nukleinsäure transportieren kann, an welche es gebunden ist. Ein Vektortyp ist ein "Plasmid", was für eine zirkuläre
- 5 doppelsträngige DNA-Schleife steht, in die zusätzlichen DNA-Segmente ligiert werden können. Ein weiterer Vektortyp ist ein viraler Vektor, wobei zusätzliche DNA-Segmente in das virale Genom ligiert werden können. Bestimmte Vektoren können in einer Wirtszelle, in die sie eingebracht worden sind,
- 10 autonom replizieren (z.B. Bakterienvektoren mit bakteriellem Replikationsursprung und episomale Säugervektoren). Andere Vektoren (z.B. nicht-episomale Säugervektoren) werden beim Einbringen in die Wirtszelle in das Genom einer Wirtszelle integriert und dadurch zusammen mit dem Wirtsgenom repliziert.
- 15 Zudem können bestimmte Vektoren die Expression von Genen, mit denen sie funktionsfähig verbunden sind, steuern. Diese Vektoren werden hier als "Expressionsvektoren" bezeichnet. Gewöhnlich haben Expressionsvektoren, die für DNA-Rekombinationstechniken geeignet sind, die Form von Plasmiden. In der vorliegenden
- 20 Beschreibung können "Plasmid" und "Vektor" austauschbar verwendet werden, da das Plasmid die am häufigsten verwendete Vektorform ist. Die Erfindung soll jedoch diese anderen Expressionsvektorformen, wie virale Vektoren (z.B. replikationsdefiziente Retroviren, Adenoviren und adenoverwandte Viren),
- 25 die ähnliche Funktionen ausüben, umfassen. Ferner soll der Begriff Vektor auch andere Vektoren, die dem Fachmann bekannt sind, wie Phagen, Viren, wie SV40, CMV, Baculovirus, Adenovirus, Transposons, IS-Elemente, Phasmide, Phagemide, Cosmide, lineare oder zirkuläre DNA, umfassen.
- 30
- Die erfindungsgemäßen rekombinanten Expressionsvektoren umfassen eine erfindungsgemäße Nukleinsäure oder ein erfindungsgemäßes Genkonstrukt in einer Form, die sich zur Expression der Nukleinsäure in einer Wirtszelle eignet, was bedeutet, dass die re-
- 35 kombinananten Expressionsvektoren eine oder mehrere Regulationssequenzen, ausgewählt auf der Basis der zur Expression zu verwendenden Wirtszellen, die mit der zu exprimierenden Nukleinsäuresequenz funktionsfähig verbunden ist, umfasst. In einem rekombinanten Expressionsvektor bedeutet "funktionsfähig ver-
- 40 bunden", dass die Nukleotidsequenz von Interesse derart an die Regulationssequenz(en) gebunden ist, dass die Expression der Nukleotidsequenz möglich ist und sie aneinander gebunden sind, so dass beide Sequenzen die vorhergesagte, der Sequenz zugeschriebene Funktion erfüllen (z.B. in einem In-vitro-
- 45 Transkriptions-/Translationssystem oder in einer Wirtszelle, wenn der Vektor in die Wirtszelle eingebracht wird). Der Begriff "Regulationssequenz" soll Promotoren, Enhancer und

- andere Expressionskontrollelemente (z.B. Polyadenylierungssignale) umfassen. Diese Regulationssequenzen sind z.B. beschrieben in Goeddel: Gene Expression Technology: Methods in Enzymology 185, Academic Press, San Diego, CA (1990), oder
- 5 siehe: Gruber und Crosby, in: Methods in Plant Molecular Biology and Biotechnology, CRC Press, Boca Raton, Florida, Hrsgb.: Glick und Thompson, Kapitel 7, 89-108, einschließlich der Literaturstellen darin. Regulationssequenzen umfassen solche, welche die konstitutive Expression einer Nukleotidsequenz in vielen Wirtszelltypen steuern, und solche, welche die direkte Expression der
- 10 Nukleotidsequenz nur in bestimmten Wirtszellen unter bestimmten Bedingungen steuern. Der Fachmann weiß, dass die Gestaltung des Expressionsvektors von Faktoren, wie der Auswahl der zu transformierenden Wirtszelle, dem Ausmaß der Expression des
- 15 gewünschten Proteins usw., abhängen kann. Die erfindungsgemäßen Expressionsvektoren können in Wirtszellen eingebracht werden, um dadurch Proteine oder Peptide, einschließlich Fusionsproteinen oder -peptiden, herzustellen, die von den Nukleinsäuren, wie hier beschrieben, kodiert werden (z.B. Desaturasen, mutante Formen von
- 20 Desaturasen, Fusionsproteine usw.).

- Die erfindungsgemäßen rekombinanten Expressionsvektoren können zur Expression von Desaturasen und Elongasen in prokaryotischen oder eukaryotischen Zellen gestaltet sein. Beispielsweise können
- 25 Desaturasegene in bakteriellen Zellen, wie *C. glutamicum*, Insektenzellen (unter Verwendung von Baculovirus-Expressionsvektoren), Hefe- und anderen Pilzzellen (siehe Romanos, M.A., et al. (1992) "Foreign gene expression in yeast: a review", Yeast 8:423-488; van den Hondel, C.A.M.J.J., et al. (1991)
- 30 "Heterologous gene expression in filamentous fungi", in: More Gene Manipulations in Fungi, J.W. Bennet & L.L. Lasure, Hrsgb., S. 396-428; Academic Press: San Diego; und van den Hondel, C.A.M.J.J., & Punt, P.J. (1991) "Gene transfer systems and vector development for filamentous fungi, in: Applied Molecular Genetics
- 35 of Fungi, Peberdy, J.F., et al., Hrsgb., S. 1-28, Cambridge University Press: Cambridge), Algen (Falciatore et al., 1999, Marine Biotechnology.1, 3:239-251), Ciliaten der Typen: Holotrichia, Peritrichia, Spirotrichia, Suctoria, Tetrahymena, Paramecium, Colpidium, Glaucoma, Platyophrya, Potomacus, Desaturase-
- 40 udocohnilembus, Euplotes, Engelmaniella und Stylonychia, insbesondere der Gattung Stylonychia lemnae, mit Vektoren nach einem Transformationsverfahren, wie beschrieben in WO 98/01572, sowie Zellen vielzelliger Pflanzen (siehe Schmidt, R. und Willmitzer, L. (1988) "High efficiency *Agrobacterium tumefaciens*-mediated
- 45 transformation of *Arabidopsis thaliana* leaf and cotyledon explants" Plant Cell Rep.:583-586; Plant Molecular Biology and Biotechnology, C Press, Boca Raton, Florida, Kapitel 6/7,

S.71-119 (1993); F.F. White, B. Jenes et al., Techniques for Gene Transfer, in: Transgenic Plants, Bd. 1, Engineering and Utilization, Hrsgb.: Kung und R. Wu, Academic Press (1993), 128-43; Potrykus, Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Molec. Biol. 42 (1991), 205-225 (und darin zitierte Literaturstellen)) oder Säugerzellen exprimiert werden. Geeignete Wirtszellen werden ferner erörtert in Goeddel, Gene Expression Technology: Methods in Enzymology 185, Academic Press, San Diego, CA (1990). Der rekombinante Expressionsvektor kann alternativ, zum Beispiel unter Verwendung von T7-Promotor-Regulationssequenzen und T7-Polymerase, in vitro transkribiert und translatiert werden.

Die Expression von Proteinen in Prokaryoten erfolgt meist mit Vektoren, die konstitutive oder induzierbare Promotoren enthalten, welche die Expression von Fusions- oder nicht-Fusionsproteinen steuern. Fusionsvektoren fügen eine Reihe von Aminosäuren an ein darin kodiertes Protein an, gewöhnlich am Amino-terminus des rekombinanten Proteins, aber auch am C-Terminus oder fusioniert innerhalb geeigneter Bereiche in den Proteinen. Diese Fusionsvektoren haben gewöhnlich drei Aufgaben: 1) die Verstärkung der Expression von rekombinantem Protein; 2) die Erhöhung der Löslichkeit des rekombinanten Proteins und 3) die Unterstützung der Reinigung des rekombinanten Proteins durch Wirkung als Ligand bei der Affinitätsreinigung. Bei Fusions-Expressionsvektoren wird oft eine proteolytische Spaltstelle an der Verbindungsstelle der Fusionseinheit und des rekombinanten Proteins eingebracht, so dass die Abtrennung des rekombinanten Proteins von der Fusionseinheit nach der Reinigung des Fusionsproteins möglich ist. Diese Enzyme und ihre entsprechenden Erkennungssequenzen umfassen Faktor Xa, Thrombin und Entero-kinase.

Typische Fusions-Expressionsvektoren sind u.a. pGEX (Pharmacia Biotech Inc; Smith, D.B., und Johnson, K.S. (1988) Gene 67:31-40), pMAL (New England Biolabs, Beverly, MA) und pRIT5 (Pharmacia, Piscataway, NJ), bei denen Glutathion-S-Transferase (GST), Maltose E-bindendes Protein bzw. Protein A an das rekombinante Zielprotein fusioniert wird. Bei einer Ausführungsform ist die Desaturase-kodierende Sequenz in einen pGEX-Expressionsvektor kloniert, so dass ein Vektor erzeugt wird, der ein Fusionsprotein kodiert, das vom N-Terminus zum C-Terminus GST-Thrombin-Spaltstelle-X-Protein umfasst. Das Fusionsprotein kann durch Affinitätschromatographie unter Verwendung von Glutathion-Agarose-Harz gereinigt werden. Rekombinante Desaturase, die nicht an GST fusioniert ist, kann durch Spaltung des Fusionsproteins mit Thrombin gewonnen werden.

- Beispiele für geeignete induzierbare nicht-Fusions-*E. coli*-Expressionsvektoren sind u.a. pTrc (Amann et al. (1988) *Gene* 69:301-315) und pET 11d (Studier et al., *Gene Expression Technology: Methods in Enzymology* 185, Academic Press, San Diego, Kalifornien (1990) 60-89). Die Zielgenexpression vom pTrc-Vektor beruht auf der Transkription durch Wirts-RNA-Polymerase von einem Hybrid-*trp-lac*-Fusionspromotor. Die Zielgenexpression aus dem pET 11d-Vektor beruht auf der Transkription von einem T7-*gn10-lac*-Fusions-Promotor, die von einer coexprimierten viralen RNA-Polymerase (T7 *gn1*) vermittelt wird. Diese virale Polymerase wird von den Wirtsstämmen BL21 (DE3) oder HMS174 (DE3) von einem residenten λ -Prophagen bereitgestellt, der ein T7 *gn1*-Gen unter der Transkriptionskontrolle des *lacUV 5*-Promotors birgt.
- 15 Andere in prokaryotischen Organismen geeignete Vektoren sind dem Fachmann bekannt, diese Vektoren sind beispielsweise in *E. coli* pLG338, pACYC184, die pBR-Reihe, wie pBR322, die pUC-Reihe, wie pUC18 oder pUC19, die M13mp-Reihe, pKC30, pRep4, pHS1, pHS2, pPLc236, pMBL24, pLG200, pUR290, pIN-III¹¹³-B1, λ gt11 or pBdCI, 20 in *Streptomyces* pIJ101, pIJ364, pIJ702 oder pIJ361, in *Bacillus* PUB110, pC194 oder pBD214, in *Corynebacterium* pSA77 oder pAJ667. Eine Strategie zur Maximierung der Expression von rekombinantem Protein ist die Expression des Proteins in einem Wirtsbakterium, dessen Fähigkeit zur proteolytischen Spaltung des rekombinanten 25 Proteins gestört ist (Gottesman, S., *Gene Expression Technology: Methods in Enzymology* 185, Academic Press, San Diego, Kalifornien (1990) 119-128). Eine weitere Strategie ist die Veränderung der Nukleinsäuresequenz der in einen Expressionsvektor zu inserierenden Nukleinsäure, so dass die einzelnen Codons für jede Amino- 30 säure diejenigen sind, die vorzugsweise in einem zur Expression ausgewählten Bakterium, wie *C. glutamicum*, verwendet werden (Wada et al. (1992) *Nucleic Acids Res.* 20:2111-2118). Diese Veränderung der erfindungsgemäßen Nukleinsäuresequenzen erfolgt durch Standard-DNA-Synthesetechniken.
- 35 Bei einer weiteren Ausführungsform ist der Desaturase-Expressionsvektor ein Hefe-Expressionsvektor. Beispiele für Vektoren zur Expression in der Hefe *S. cerevisiae* umfassen pYeDesaturasec1 (Baldari et al. (1987) *Embo J.* 6:229-234), 40 pMFa (Kurjan und Herskowitz (1982) *Cell* 30:933-943), pJRY88 (Schultz et al. (1987) *Gene* 54:113-123) sowie pYES2 (Invitrogen Corporation, San Diego, CA). Vektoren und Verfahren zur Konstruktion von Vektoren, die sich zur Verwendung in anderen Pilzen, wie den filamentösen Pilzen, eignen, umfassen diejenigen, 45 die eingehend beschrieben sind in: van den Hondel, C.A.M.J.J., & Punt, P.J. (1991) "Gene transfer systems and vector development for filamentous fungi, in: *Applied Molecular Genetics of fungi*,

J.F. Peberdy et al., Hrsgb., S. 1-28, Cambridge University Press: Cambridge, oder in: More Gene Manipulations in Fungi [J.W. Bennet & L.L. Lasure, Hrsgb., S. 396-428: Academic Press: San Diego]. Weitere geeignete Hefevektoren sind beispielsweise pAG-1, YE_p6, 5 YE_p13 oder pEMBL_Ye23.

Alternativ können die erfindungsgemäßen Desaturasen in Insektenzellen unter Verwendung von Baculovirus-Expressionsvektoren exprimiert werden. Baculovirus-Vektoren, die zur Expression von 10 Proteinen in gezüchteten Insektenzellen (z.B. Sf9-Zellen) verfügbar sind, umfassen die pAc-Reihe (Smith et al. (1983) Mol. Cell Biol. 3:2156-2165) und die pVL-Reihe (Lucklow und Summers (1989) Virology 170:31-39).

15 Die oben genannten Vektoren bieten nur einen kleinen Überblick über mögliche geeignete Vektoren. Weitere Plasmide sind dem Fachmann bekannt und sind zum Beispiel beschrieben in: Cloning Vectors (Hrsgb. Pouwels, P.H., et al., Elsevier, Amsterdam-New York-Oxford, 1985, ISBN 0 444 904018).

20 Bei noch einer weiteren Ausführungsform wird eine erfindungsgemäße Nukleinsäure in Säugerzellen unter Verwendung eines Säuger-Expressionsvektors exprimiert. Unter Säugern werden im Sinne der Erfindung alle nicht-humanen Säuger verstanden.

25 Beispiele für Säuger-Expressionsvektoren umfassen pCDM8 (Seed, B. (1987) Nature 329:840) und pMT2PC (Kaufman et al. (1987) EMBO J. 6:187-195). Bei der Verwendung in Säugerzellen werden die Kontrollfunktionen des Expressionsvektors oft von viralen Regulationselementen bereitgestellt. Üblicherweise verwendete 30 Promotoren stammen z.B. aus Polyoma, Adenovirus2, Cytomegalievirus und Simian Virus 40. Weitere geeignete Expressionssysteme für prokaryotische und eukaryotische Zellen siehe in den Kapiteln 16 und 17 von Sambrook, J., Fritsch, E.F., und Maniatis, T., Molecular Cloning: A Laboratory Manual, 2. Auflage, Cold Spring Harbor Laboratory, Cold Spring Harbor Laboratory Press, Cold Spring Harbor, NY, 1989.

Bei einer anderen Ausführungsform kann der rekombinante Säuger-Expressionsvektor die Expression der Nukleinsäure vorzugsweise in 40 einem bestimmten Zelltyp steuern (z.B. werden gewebespezifische Regulationselemente zur Expression der Nukleinsäure verwendet). Gewebespezifische Regulationselemente sind im Fachgebiet bekannt. Nicht beschränkende Beispiele für geeignete gewebespezifische Promotoren sind u.a. der Albuminpromotor (leberspezifisch; 45 Pinkert et al. (1987) Genes Dev. 1:268-277), lymphoidspezifische Promotoren (Calame und Eaton (1988) Adv. Immunol. 43:235-275), insbesondere Promotoren von T-Zellrezeptoren (Winoto und

- Baltimore (1989) EMBO J. 8:729-733) und Immunglobulinen (Banerji et al. (1983) Cell 33:729-740; Queen und Baltimore (1983) Cell 33:741-748), neuronspezifische Promotoren (z.B. Neurofilament-Promotor; Byrne und Ruddie (1989) PNAS 86:5473-5477), pankreas-spezifische Promotoren (Edlund et al., (1985) Science 230:912-916) und milchdrüsenspezifische Promotoren (z.B. Milch-serum-Promotor; US-Patent Nr. 4,873,316 und Europäische Patent-anmeldung-Veröffentlichung Nr. 264,166). Auch entwicklungs-regulierte Promotoren sind umfasst, z.B. die hox-Promotoren
- 10 der Maus (Kessel und Gruss (1990) Science 249:374-379) und der Fetoprotein-Promotor (Campes und Tilghman (1989) Genes Dev. 3:537-546).

- Bei einer weiteren Ausführungsform können die erfindungsgemäßen
- 15 Desaturasen in einzelligen Pflanzenzellen (wie Algen), siehe Falciatore et al., 1999, Marine Biotechnology 1 (3):239-251 und darin zitierte Literaturangaben, und Pflanzenzellen aus höheren Pflanzen (z.B. Spermatophyten, wie Feldfrüchten) exprimiert werden. Beispiele für Pflanzen-Expressionsvektoren
- 20 umfassen solche, die eingehend beschrieben sind in: Becker, D., Kemper, E., Schell, J., und Masterson, R. (1992) "New plant binary vectors with selectable markers located proximal to the left border", Plant Mol. Biol. 20:1195-1197; und Bevan, M.W. (1984) "Binary Agrobacterium vectors for plant transformation",
- 25 Nucl. Acids Res. 12:8711-8721; Vectors for Gene Transfer in Higher Plants; in: Transgenic Plants, Bd. 1, Engineering and Utilization, Hrsgb.: Kung und R. Wu, Academic Press, 1993, S. 15-38.

- 30 Eine Pflanzen-Expressionskassette enthält vorzugsweise Regulationssequenzen, welche die Genexpression in Pflanzenzellen steuern können und funktionsfähig verbunden sind, so dass jede Sequenz ihre Funktion, wie Termination der Transkription, erfüllen kann, beispielsweise Polyadenylierungssignale. Bevor-
- 35 zugte Polyadenylierungssignale sind diejenigen, die aus Agrobacterium tumefaciens-t-DNA stammen, wie das als Octopinsynthase bekannte Gen 3 des Ti-Plasmids pTiACH5 (Gielen et al., EMBO J. 3 (1984) 835ff.) oder funktionelle Äquivalente davon, aber auch alle anderen in Pflanzen funktionell aktiven Terminatoren
- 40 sind geeignet.

- Da die Pflanzengenexpression sehr oft nicht auf Transkriptions-ebenen beschränkt ist, enthält eine Pflanzen-Expressionskassette vorzugsweise andere funktionsfähig verbunden Sequenzen, wie
- 45 Translationsenhancer, beispielsweise die Overdrive-Sequenz, welche die 5'-untranslatierte Leader-Sequenz aus Tabakmosaik-

virus, die das Protein/RNA-Verhältnis erhöht, enthält (Gallie et al., 1987, Nucl. Acids Research 15:8693-8711).

Die Pflanzengenexpression muss funktionsfähig mit einem
5 geeigneten Promotor verbunden sein, der die Genexpression auf rechtzeitige, zell- oder gewebespezifische Weise durchführt. Bevorzugt sind Promotoren, welche die konstitutive Expression herbeiführen (Benfey et al., EMBO J. 8 (1989) 2195-2202), wie diejenigen, die von Pflanzenviren stammen, wie 35S CAMV (Franck
10 et al., Cell 21 (1980) 285-294), 19S CaMV (siehe auch US 5352605 und WO 84/02913) oder Pflanzenpromotoren, wie der in US 4,962,028 beschriebene der kleinen Untereinheit der Rubisco.

Andere bevorzugte Sequenzen für die Verwendung zur funktions-
15 fähigen Verbindung in Pflanzengenexpressions-Kassetten sind Targeting-Sequenzen, die zur Steuerung des Genproduktes in sein entsprechendes Zellkompartiment notwendig sind (siehe eine Übersicht in Kermode, Crit. Rev. Plant Sci. 15, 4 (1996) 285-423 und darin zitierte Literaturstellen), beispielsweise in die
20 Vakuole, den Zellkern, alle Arten von Plastiden, wie Amyloplasten, Chloroplasten, Chromoplasten, den extrazellulären Raum, die Mitochondrien, das Endoplasmatische Retikulum, Ölkörper, Peroxisomen und andere Kompartimente von Pflanzenzellen.

25 Die Pflanzengenexpression lässt sich auch über einen chemisch induzierbaren Promotor erleichtern (siehe eine Übersicht in Gatz 1997, Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol., 48:89-108). Chemisch induzierbare Promotoren eignen sich besonders, wenn gewünscht wird, dass die Genexpression auf zeitspezifische Weise
30 erfolgt. Beispiele für solche Promotoren sind ein Salicylsäure-induzierbarer Promotor (WO 95/19443), ein Tetracyclin-induzierbarer Promotor (Gatz et al. (1992) Plant J. 2, 397-404) und ein Ethanol-induzierbarer Promotor.

35 Auch Promotoren, die auf biotische oder abiotische Stressbedingungen reagieren, sind geeignete Promotoren, beispielsweise der pathogeninduzierte PRP1-Gen-Promotor (Ward et al., Plant. Mol. Biol. 22 (1993) 361-366), der hitzeinduzierbare hsp80-Promotor aus Tomate (US 5,187,267), der kälteinduzierbare Alpha-
40 amylase-Promotor aus Kartoffel (WO 96/12814) oder der durch Wunden induzierbare pinII-Promotor (EP-A-0 375 091).

Es sind insbesondere solche Promotoren bevorzugt, welche die Genexpression in Geweben und Organen herbeiführen, in denen
45 die Lipid- und Ölbiosynthese stattfindet, in Samenzellen, wie den Zellen des Endosperms und des sich entwickelnden Embryos. Geeignete Promotoren sind der Napingen-Promotor aus Raps

- (US 5,608,152), der USP-Promotor aus *Vicia faba* (Baeumlein et al., Mol Gen Genet, 1991, 225 (3):459-67), der Oleosin-Promotor aus *Arabidopsis* (WO 98/45461), der Phaseolin-Promotor aus *Phaseolus vulgaris* (US 5,504,200), der Bce4-Promotor aus *Brassica* (WO 91/13980) oder der Legumin-B4-Promotor (LeB4; Baeumlein et al., 1992, Plant Journal, 2 (2):233-9) sowie Promotoren, welche die samenspezifische Expression in Monokotyledonen-Pflanzen, wie Mais, Gerste, Weizen, Roggen, Reis usw. herbeiführen. Geeignete beachtenswerte Promotoren sind der lpt2- oder lpt1-Gen-Promotor aus Gerste (WO 95/15389 und WO 95/23230) oder die in WO 99/16890 beschriebenen (Promotoren aus dem Gersten-Hordein-Gen, dem Reis-Glutelin-Gen, dem Reis-Oryzin-Gen, dem Reis-Prolamin-Gen, dem Weizen-Gliadin-Gen, Weizen-Glutelin-Gen, dem Mais-Zein-Gen, dem Hafer-Glutelin-Gen, dem Sorghum-Kasirin-Gen, dem Roggen-Secalin-Gen).

- Insbesondere kann die multiparallele Expression von erfindungsgemäßen Desaturasen allein oder in Kombination mit anderen Desaturasen oder Elongasen gewünscht sein. Die Einführung solcher Expressionskassetten kann über eine simultane Transformation mehrerer einzelner Expressionskonstrukte erfolgen oder durch Kombination mehrerer Expressionskassetten auf einem Konstrukt. Auch können mehrere Vektoren mit jeweils mehreren Expressionskassetten transformiert und auf die Wirtszelle übertragen werden.

- Ebenfalls besonders geeignet sind Promotoren, welche die plastidenspezifische Expression herbeiführen, da Plastiden das Kompartiment sind, in dem die Vorläufer sowie einige Endprodukte der Lipidbiosynthese synthetisiert werden. Geeignete Promotoren, wie der virale RNA-Polymerase-Promotor, sind beschrieben in WO 95/16783 und WO 97/06250, und der clpP-Promotor aus *Arabidopsis*, beschrieben in WO 99/46394.

- Die Erfindung stellt zudem einen rekombinanten Expressionsvektor bereit, umfassend ein erfindungsgemäßes DNA Molekül, das in Antisense-Richtung in den Expressionsvektor kloniert ist. d.h. das DNA-Molekül ist derart mit einer regulatorischen Sequenz funktionsfähig verbunden, dass die Expression (durch Transkription des DNA-Moleküls) eines RNA-Moleküls, das zur Desaturase-mRNA "Antisense" ist, ermöglicht wird. Es können Regulationssequenzen ausgewählt werden, die funktionsfähig mit einer in Antisense-Richtung klonierten Nukleinsäure verbunden sind und die kontinuierliche Expression des Antisense-RNA-Moleküls in einer Vielzahl von Zelltypen steuern, zum Beispiel können virale Promotoren und/oder Enhancer oder Regulationssequenzen ausgewählt werden, welche die konstitutive, gewebespezifische

oder zelltypspezifische Expression von Antisense-RNA steuern. Der Antisense-Expressionsvektor kann in Form eines rekombinanten Plasmids, Phagemids oder attenuierten Virus vorliegen, in dem Antisense-Nukleinsäuren unter der Kontrolle eines hochwirksamen regulatorischen Bereichs produziert werden, dessen Aktivität durch den Zelltyp bestimmt werden kann, in den der Vektor eingebracht worden ist. Eine Erläuterung der Regulation der Genexpression mittels Antisense-Genen siehe in Weintraub, H., et al., Antisense-RNA as a molecular tool for genetic analysis, Reviews - Trends in Genetics, Bd. 1(1) 1986.

Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft Wirtszellen, in die ein erfindungsgemäßer rekombinanter Expressionsvektor eingebracht worden ist. Die Begriffe "Wirtszelle" und "rekombinante Wirtszelle" werden hier untereinander austauschbar verwendet. Selbstverständlich betreffen diese Begriffe nicht nur die bestimmte Zielzelle, sondern auch die Nachkommen oder potentiellen Nachkommen dieser Zelle. Da in aufeinanderfolgenden Generationen aufgrund von Mutation oder Umwelteinflüssen bestimmte Modifikationen auftreten können, sind diese Nachkommen nicht unbedingt mit der Parentalzelle identisch, sind jedoch immer noch vom Umfang des Begriffs, wie hier verwendet, umfasst.

Unter Rekombinant oder Transgen beispielsweise rekombinanten Expressionsvektor oder rekombinanten Wirt oder Wirtszellen im Sinne der Erfindung ist zu verstehen, dass die erfindungsgemäßen Nukleinsäuren und/oder deren natürliche Regulationssequenzen an 5' und 3'-Position der Nukleinsäuren nicht in ihrer natürlichen Umgebung sind, das heißt entweder wurde die Lage der Sequenzen im Herkunftstorganismus verändert oder in diesem wurden die Nukleinsäuresequenzen und/oder die Regulationssequenzen mutiert oder die erfindungsgemäßen Nukleinsäuresequenzen wurden in einen anderen Organismus als den Herkunftstorganismus verbracht oder deren Regulationssequenzen. Auch Kombinationen dieser Veränderungen sind möglich. Unter natürlicher Umgebung ist die Lage einer Nukleinsäuresequenz in einem Organismus zu verstehen, wie er in der Natur vorkommt.

Eine Wirtszelle kann eine prokaryotische oder eukaryotische Zelle sein. Zum Beispiel kann eine Desaturase in Bakterienzellen, wie *C. glutamicum*, Insektenzellen, Pilzzellen oder Säugerzellen (wie Chinesischer Hamster-Ovarzellen (CHO) oder COS-Zellen), Algen, Ciliaten, Pflanzenzellen, Pilzen oder anderen Mikroorganismen, wie *C. glutamicum*, exprimiert werden. Andere geeignete Wirtszellen sind dem Fachmann geläufig.

- Vektor-DNA lässt sich in prokaryotische oder eukaryotische Zellen über herkömmliche Transformations- oder Transfektionstechniken einbringen. Die Begriffe "Transformation" und "Transfektion", Konjugation und Transduktion, wie hier verwendet, sollen eine
- 5 Vielzahl von im Stand der Technik bekannten Verfahren zum Einbringen fremder Nukleinsäure (z.B. DNA) in eine Wirtszelle, einschließlich Calciumphosphat- oder Calciumchlorid-Coprecipitation, DEAE-Dextran-vermittelte Transfektion, Lipofektion, natürliche Kompetenz, chemisch vermittelter Transfer, Elektro-
- 10 poration oder Teilchenbeschuss, umfassen. Geeignete Verfahren zur Transformation oder Transfektion von Wirtszellen, einschließlich Pflanzenzellen, lassen sich finden in Sambrook et al. (Molecular Cloning: A Laboratory Manual., 2. Aufl., Cold Spring Harbor Laboratory, Cold Spring Harbor Laboratory Press, Cold
- 15 Spring Harbor, NY, 1989) und anderen Labor-Handbüchern, wie Methods in Molecular Biology, 1995, Bd. 44, Agrobacterium protocols, Hrsgb: Gartland und Davey, Humana Press, Totowa, New Jersey.
- 20 Über die stabile Transfektion von Säugerzellen ist bekannt, dass je nach verwendetem Expressionsvektor und verwendeter Transfektionstechnik nur ein kleiner Teil der Zellen die fremde DNA in ihr Genom integriert. Zur Identifikation und Selektion dieser Integranten wird gewöhnlich ein Gen, das einen selektier-
- 25 baren Marker (z.B. Resistenz gegen Antibiotika) kodiert, zusammen mit dem Gen von Interesse in die Wirtszellen eingebracht. Bevorzugte selektierbare Marker umfassen solche, welche Resistenz gegen Medikamente, wie G418, Hygromycin und Methotrexat, verleihen, oder in Pflanzen solche, welche Resistenz gegen ein
- 30 Herbizid, wie Glyphosphat oder Glufosinat, verleihen. Weitere geeignete Marker sind beispielsweise Marker, welche Gene kodieren, die an Biosynthesewegen von zum Beispiel Zuckern oder Aminosäuren beteiligt sind, wie β -Galactosidase, ura3 oder ilv2. Marker, welche Gene, wie Luziferase, gfp oder andere Fluoreszenzgene
- 35 kodieren, sind ebenfalls geeignet. Diese Marker lassen sich in Mutanten verwenden, in denen diese Gene nicht funktionell sind, da sie beispielsweise mittels herkömmlicher Verfahren deletiert worden sind. Ferner können Marker, welche eine Nukleinsäure kodieren, die einen selektierbaren Marker kodiert, in eine Wirts-
- 40 zelle auf dem gleichen Vektor eingebracht werden, wie derjenige, der eine Desaturase kodiert, oder können auf einem gesonderten Vektor eingebracht werden. Zellen, die mit der eingebrachten Nukleinsäure stabil transfiziert worden sind, können zum Beispiel durch Medikamentenselektion identifiziert werden (z.B. überleben
- 45 Zellen, die den selektierbaren Marker integriert haben, wohingegen die anderen Zellen absterben).

Zur Erzeugung eines homolog rekombinierten Mikroorganismus wird ein Vektor hergestellt, der zumindest einen Abschnitt eines Desaturasegens enthält, in den eine Deletion, Addition oder Substitution eingebracht worden ist, um dadurch das Desaturasegen zu verändern, z.B. funktionell zu disrumpieren. Dieses Desaturasegen ist vorzugsweise ein *Phaeodactylum tricornutum* Desaturasegen, es kann jedoch ein Homologon oder Analogon aus anderen Organismen, sogar aus einer Säuger-, Pilz- oder Insektenquelle verwendet werden. Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist der Vektor so gestaltet, dass das endogene Desaturasegen bei homologer Rekombination funktionell disrumpiert wird (d.h. nicht länger ein funktionelles Protein kodiert, auch als Knock-out-Vektor bezeichnet). Alternativ kann der Vektor so gestaltet sein, dass das endogene Desaturasegen bei homologer Rekombination mutiert oder anderweitig verändert wird, aber immer noch ein funktionelles Protein kodiert (z.B. kann der stromaufwärts gelegene regulatorische Bereich so verändert sein, dass dadurch die Expression der endogenen Desaturase verändert wird). Zur Erzeugung einer Punktmutation über homologe Rekombination können auch als Chimeraplasty bekannte DNA-RNA-Hybride verwendet werden, die aus Cole-Strauss et al., 1999, *Nucleic Acids Research* 27(5):1323-1330 und Kmiec, *Gene therapy*, 1999, *American Scientist*, 87(3):240-247 bekannt sind.

Im Vektor für die homologe Rekombination ist der veränderte Abschnitt des Desaturasegens an seinem 5'- und 3'-Ende von zusätzlicher Nukleinsäure des Desaturasegens flankiert, so dass homologe Rekombination zwischen dem exogenen Desaturasegen, das auf dem Vektor vorliegt, und einem endogenen Desaturasegen in einem Mikroorganismus oder einer Pflanze möglich ist. Die zusätzliche flankierende Desaturase-Nukleinsäure ist für eine erfolgreiche homologe Rekombination mit dem endogenen Gen hinreichend lang. Gewöhnlich sind im Vektor mehrere hundert Basenpaare bis zu Kilobasen flankierende DNA (sowohl am 5'- als auch am 3'-Ende) enthalten (eine Beschreibung von Vektoren zur homologen Rekombination siehe z.B. in Thomas, K.R., und Capecchi, M.R. (1987) *Cell* 51:503 oder der Rekombination in *Physcomitrella patens* auf cDNA-Basis in Strepp et al., 1998, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 95 (8):4368-4373). Der Vektor wird in einen Mikroorganismus oder eine Pflanzenzelle (z.B. mittels Polyethylenglycol-vermittelter DNA) eingebracht, und Zellen, in denen das eingebrachte Desaturasegen mit dem endogenen Desaturasegen homolog rekombiniert ist, werden unter Verwendung im Fachgebiet bekannter Techniken selektiert.

Bei einer anderen Ausführungsform können rekombinante Organismen, wie Mikroorganismen, hergestellt werden, die ausgewählte Systeme enthalten, welche eine regulierte Expression des eingebrachten Gens ermöglichen. Der Einschluß eines Desaturasegens in einem Vektor, wobei es unter die Kontrolle des lac-Operons gebracht wird, ermöglicht z.B. die Expression des Desaturasegens nur in Gegenwart von IPTG. Diese Regulationssysteme sind im Fachgebiet bekannt.

- 10 Eine erfindungsgemäße Wirtszelle, wie eine prokaryotische oder eukaryotische Wirtszelle, in Kultur oder auf einem Feld wachsend, kann zur Produktion (d.h. Expression) einer Desaturase verwendet werden. In Pflanzen kann zusätzlich ein alternatives Verfahren durch direkten Transfer von DNA in sich entwickelnde Blüten über
- 15 Elektroporation oder Gentransfer mittels Agrobacterium angewendet werden. Die Erfindung stellt folglich ferner Verfahren zur Produktion von Desaturasen unter Verwendung der erfindungsgemäßen Wirtszellen bereit. Bei einer Ausführungsform umfasst das Verfahren die Anzucht der erfindungsgemäßen Wirtszelle (in die
- 20 ein rekombinanter Expressionsvektor, der eine Desaturase kodiert, eingebracht worden ist, oder in deren Genom ein Gen eingebracht worden ist, das eine Wildtyp- oder veränderte Desaturase kodiert) in einem geeigneten Medium, bis die Desaturase produziert worden ist. Das Verfahren umfasst bei einer weiteren Ausführungsform das
- 25 Isolieren der Desaturasen aus dem Medium oder der Wirtszelle.

- Wirtszellen, die im Prinzip zum Aufnehmen der erfindungsgemäßen Nukleinsäure, des erfindungsgemäßen Genproduktes oder des erfindungsgemäßen Vektors geeignet sind, sind alle
- 30 prokaryotischen oder eukaryotischen Organismen. Die vorteilhafterweise verwendeten Wirtsorganismen sind Organismen, wie Bakterien, Pilze, Hefen, Tier- oder Pflanzenzellen. Weitere vorteilhafte Organismen sind Tiere oder vorzugsweise Pflanzen oder Teile davon. Pilze, Hefen oder Pflanzen werden vorzugsweise verwendet, besonders bevorzugt Pilze oder Pflanzen, ganz besonders bevorzugt Pflanzen, wie Ölfruchtpflanzen, die große Mengen an Lipidverbindungen enthalten, wie Raps, Nachtkerze, Canola, Erdnuss, Lein, Soja, Safflor, Sonnenblume, Borretsch, oder Pflanzen, wie Mais, Weizen, Roggen, Hafer, Triticale, Reis,
 - 40 Gerste, Baumwolle, Maniok, Pfeffer, Tagetes, Solanaceen-Pflanzen, wie Kartoffel, Tabak, Aubergine und Tomate, Vicia-Arten, Erbse, Alfalfa, Buschpflanzen (Kaffee, Kakao, Tee), Salix-Arten, Bäume (Ölplume, Kokosnuß) sowie ausdauernde Gräser und Futterfeldfrüchte. Besonders bevorzugte erfindungsgemäße Pflanzen sind
 - 45 Ölfruchtpflanzen, wie Soja, Erdnuss, Raps, Canola, Lein, Nachtkerze, Sonnenblume, Safflor, Bäume (Ölpalme, Kokosnuß).

D. Isolierte Desaturase

Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft isolierte Desaturasen und biologisch aktive Teile davon. Ein "isoliertes" oder "ge-
5 reinigtes" Protein oder ein biologisch aktiver Teil davon ist im wesentlichen frei von zellulärem Material, wenn es durch DNA-Rekombinationstechniken produziert wird, oder von chemischen Vorstufen oder andern Chemikalien, wenn es chemisch synthetisiert wird. Der Begriff "im wesentlichen frei von zellulärem Material"
10 umfasst Desaturase-Präparationen, in denen das Protein von zellulären Komponenten der Zellen, in denen es natürlich oder rekombinant produziert wird, getrennt ist. Bei einer Ausführungsform umfasst der Ausdruck "im wesentlichen frei von zellulärem Material" Desaturase-Präparationen mit weniger als etwa 30 % (bezogen auf
15 das Trockengewicht) nicht-Desaturase (hier auch als "verunreinigendes Protein" bezeichnet), stärker bevorzugt weniger als etwa 20 % nicht-Desaturase, noch stärker bevorzugt weniger als etwa 10 % nicht-Desaturase und am stärksten bevorzugt weniger als etwa 5 % nicht-Desaturase. Wenn die Desaturase oder ein biologisch
20 aktiver Teil davon rekombinant hergestellt worden ist, ist sie/er auch im wesentlichen frei von Kulturmedium, d.h. das Kulturmedium macht weniger als etwa 20 %, stärker bevorzugt weniger als etwa 10 % und am stärksten bevorzugt weniger als etwa 5 % des Volumens der Proteinpräparation aus. Der Begriff "im wesentlichen frei von
25 chemischen Vorstufen oder anderen Chemikalien" umfasst Desaturase-Präparationen, in denen das Protein von chemischen Vorstufen oder anderen Chemikalien getrennt ist, die an der Synthese des Proteins beteiligt sind. Bei einer Ausführungsform umfasst der Begriff "im wesentlichen frei von chemischen Vorstufen oder
30 anderen Chemikalien" Desaturase-Präparationen mit weniger als etwa 30 % (bezogen auf das Trockengewicht) chemischen Vorstufen oder nicht-Desaturase-Chemikalien, stärker bevorzugt weniger als etwa 20 % chemischen Vorstufen oder nicht-Desaturase-Chemikalien, noch stärker bevorzugt weniger als etwa 10 % chemischen Vorstufen
35 oder nicht-Desaturase-Chemikalien und am stärksten bevorzugt weniger als etwa 5 % chemischen Vorstufen oder nicht-Desaturase-Chemikalien. Bei bevorzugten Ausführungsformen weisen isolierte Proteine oder biologisch aktive Teile davon keine verunreinigenden Proteine aus dem gleichen Organismus auf, aus dem die
40 Desaturase stammt. Diese Proteine werden gewöhnlich durch rekombinante Expression zum Beispiel *Phaeodactylum tricornutum*-Desaturase in Pflanzen wie *Physcomitrella patens* bzw. o.g. oder Mikroorganismen, beispielsweise Bakterien, wie *E. coli*, *Bacillus subtilis*, *C. glutamicum*, Pilzen, wie *Mortierella*, Hefe,
45 wie *Saccharomyces*, oder Ciliaten wie *Colpidium* oder Algen wie *Phaeodactylum* hergestellt.

61

- Eine erfindungsgemäße isolierte Desaturase oder ein Teil davon kann auch am Stoffwechsel von zum Aufbau von Zellmembranen in *Phaeodactylum tricornutum* notwendigen Verbindungen oder am Transport von Molekülen über diese Membranen teilnehmen. Bei
- 5 bevorzugten Ausführungsformen umfasst das Protein oder der Teil davon eine Aminosäuresequenz, die ausreichend homolog zu einer Aminosäuresequenz der SEQ ID NO: 2, 4, 6 oder 12 ist, dass das Protein oder der Teil davon die Fähigkeit, am Stoffwechsel von zum Aufbau von Zellmembranen in *Phaeodactylum tricornutum* notwendigen Verbindungen oder am Transport von Molekülen über diese
- 10 Membranen teilzunehmen, beibehält. Der Teil des Proteins ist vorzugsweise ein biologisch aktiver Teil, wie hier beschrieben. Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform hat eine erfindungsgemäße Desaturase eine der in SEQ ID NO: 2, 4, 6 oder 12
- 15 gezeigten Aminosäuresequenzen. Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform hat die Desaturase eine Aminosäuresequenz, die von einer Nukleotidsequenz kodiert wird, die, zum Beispiel unter stringenten Bedingungen, an eine Nukleotidsequenz der
- 20 SEQ ID NO: 1, 3, 5 oder 11 hybridisiert. Bei noch einer weiteren bevorzugten Ausführungsform hat die Desaturase eine Aminosäuresequenz, die von einer Nukleotidsequenz kodiert wird, die mindestens etwa 50 bis 60 %, vorzugsweise mindestens etwa 60 bis 70 %, stärker bevorzugt mindestens etwa 70 bis 80 %, 80 bis 90 %, 90 bis 95 % und noch stärker bevorzugt mindestens etwa 96 %, 97 %, 98 %, 99 % oder noch homologer zu einer der Aminosäuresequenzen der SEQ ID NO: 2, 4, 6 oder 18 ist. Die erfindungsgemäße bevorzugte Desaturase besitzt vorzugsweise auch mindestens
- 30 eine der hier beschriebenen Desaturase-Aktivitäten. Zum Beispiel umfasst eine erfindungsgemäße bevorzugte Desaturase eine Aminosäuresequenz, die von einer Nukleotidsequenz kodiert wird, die, zum Beispiel unter stringenten Bedingungen, an eine Nukleotidsequenz der SEQ ID NO: 1, 3, 5 oder 11 hybridisiert und am Stoffwechsel von zum Aufbau von Zellmembranen in *Phaeodactylum tricornutum* notwendigen Verbindungen oder am Transport von Molekülen
- 35 über diese Membranen teilnehmen kann oder eine Doppelbindung in eine Fettsäure mit ein, zwei, drei oder vier Doppelbindungen und einer Kettenlänge von C₁₈, C₂₀ oder C₂₂ einführt.

- Bei anderen Ausführungsformen ist die Desaturase im wesentlichen
- 40 homolog zu einer Aminosäuresequenz der SEQ ID NO: 2, 4 oder 6 und behält die funktionelle Aktivität des Proteins einer der Sequenzen der SEQ ID NO: 2, 4 oder 6 bei, ihre Aminosäuresequenz unterscheidet sich jedoch aufgrund von natürlicher Variation oder Mutagenese, wie eingehend im obigen Unterabschnitt I beschrieben.
- 45 Bei einer weiteren Ausführungsform ist die Desaturase folglich ein Protein, das eine Aminosäuresequenz umfasst, die mindestens etwa 50 bis 60 %, vorzugsweise mindestens etwa 60 bis 70 % und

stärker bevorzugt mindestens etwa 70 bis 80 %, 80 bis 90 %, 90 bis 95 % und am stärksten bevorzugt mindestens etwa 96 %, 97 %, 98 %, 99 % oder noch homologer zu einer vollständigen Aminosäuresequenz der SEQ ID NO: 2, 4 oder 6 ist und zumindest eine der hier beschriebenen Desaturase-Aktivitäten aufweist. Bei einer anderen Ausführungsform betrifft die Erfindung ein vollständiges Phaeodactylum tricornutum-Protein, das im wesentlichen homolog zu einer vollständigen Aminosäuresequenz der SEQ ID NO: 2, 4 oder 6 ist.

10

Biologisch aktive Teile einer Desaturase umfassen Peptide, umfassend Aminosäuresequenzen, die von der Aminosäuresequenz einer Desaturase hergeleitet sind, z.B. eine in SEQ ID NO: 2, 4 oder 6 gezeigte Aminosäuresequenz oder die Aminosäuresequenz eines Proteins, das zu einer Desaturase homolog ist, welche weniger Aminosäuren als die Vollängen-Desaturase oder das Vollängenprotein aufweisen, das zu einer Desaturase homolog ist, und zumindest eine Aktivität einer Desaturase aufweisen. Gewöhnlich umfassen biologisch aktive Teile (Peptide, z.B. Peptide, die zum Beispiel 5, 10, 15, 20, 30, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 50, 100 oder mehr Aminosäuren lang sind) eine Domäne oder ein Motiv mit mindestens einer Aktivität einer Desaturase. Überdies können andere biologisch aktive Teile, in denen andere Bereiche des Proteins deletiert sind, durch rekombinante Techniken hergestellt und bezüglich einer oder mehrerer der hier beschriebenen Aktivitäten untersucht werden. Die biologisch aktiven Teile einer Desaturase umfassen vorzugsweise ein/eine oder mehrere ausgewählte Domänen/Motive oder Teile davon mit biologischer Aktivität.

30

Desaturasen werden vorzugsweise durch DNA-Rekombinationstechniken hergestellt. Zum Beispiel wird ein das Protein kodierendes Nukleinsäuremolekül in einen Expressionsvektor (wie vorstehend beschrieben) kloniert, der Expressionsvektor wird in eine Wirtszelle (wie vorstehend beschrieben) eingebracht, und die Desaturase wird in der Wirtszelle exprimiert. Die Desaturase kann dann durch ein geeignetes Reinigungsschema mittels Standard-Proteinreinigungstechniken aus den Zellen isoliert werden. Alternativ zur rekombinanten Expression kann eine Desaturase, ein -Polypeptid, oder -Peptid mittels Standard-Peptidsynthesetechniken chemisch synthetisiert werden. Überdies kann native Desaturase aus Zellen (z.B. Endothelzellen) z.B. unter Verwendung eines Anti-Desaturase-Antikörpers isoliert werden, der durch Standardtechniken produziert werden kann, wobei eine erfindungsgemäße Desaturase oder ein Fragment davon verwendet wird.

63

- Die Erfindung stellt auch chimäre Desaturase-Proteine oder Desaturase-Fusionsproteine bereit. Wie hier verwendet, umfasst ein "chimäres Desaturase-Protein" oder "Desaturase-Fusionsprotein" ein Desaturase-Polypeptid, das funktionsfähig an ein nicht-Desaturase-Polypeptid gebunden ist. Ein "Desaturase-Polypeptid" betrifft ein Polypeptid mit einer Aminosäuresequenz, die einer Desaturase entspricht, wohingegen ein "nicht-Desaturase-Polypeptid" ein Polypeptid mit einer Aminosäuresequenz betrifft, die einem Protein entspricht, das im wesentlichen nicht homolog zu der Desaturase ist, z.B. ein Protein, das sich vom der Desaturase unterscheidet und aus dem gleichen oder einem anderen Organismus stammt. Innerhalb des Fusionsproteins soll der Begriff "funktionsfähig verbunden" bedeuten, dass das Desaturase-Polypeptid und das nicht-Desaturase-Polypeptid so miteinander fusioniert sind, dass beide Sequenzen die vorhergesagte, der verwendeten Sequenz zugeschriebene Funktion erfüllen. Das nicht-Desaturase-Polypeptid kann an den N-Terminus oder den C-Terminus des Desaturase-Polypeptids fusioniert sein. Bei einer Ausführungsform ist das Fusionsprotein zum Beispiel ein GST-Desaturase-Fusionsprotein, bei dem die Desaturase-Sequenzen an den C-Terminus der GST-Sequenzen fusioniert sind. Diese Fusionsproteine können die Reinigung der rekombinanten Desaturasen erleichtern. Bei einer weiteren Ausführungsform ist das Fusionsprotein eine Desaturase, die eine heterologe Signalsequenz an ihrem N-Terminus aufweist. In bestimmten Wirtszellen (z.B. Säuger-Wirtszellen) kann die Expression und/oder Sekretion einer Desaturase durch Verwendung einer heterologen Signalsequenz gesteigert werden.
- 30 Ein erfindungsgemäßes chimäres Desaturase-Protein oder Desaturase-Fusionsprotein wird durch Standard-DNA-Rekombinationstechniken hergestellt. Zum Beispiel werden DNA-Fragmente, die unterschiedliche Polypeptidsequenzen kodieren, gemäß herkömmlicher Techniken im Leseraster aneinander ligiert, indem
- 35 beispielsweise glatte oder überhängende Enden zur Ligation, Restriktionsenzymsspaltung zur Bereitstellung geeigneter Enden, Auffüllen kohäsiver Enden, wie erforderlich, Behandlung mit alkalischer Phosphatase, um ungewollte Verknüpfungen zu vermeiden, und enzymatische Ligation eingesetzt werden. Bei einer weiteren Ausführungsform kann das Fusionsgen durch herkömmliche Techniken, einschließlich DNA-Syntheseautomaten, synthetisiert werden. Alternativ kann eine PCR-Amplifizierung von Genfragmenten unter Verwendung von Ankerprimern durchgeführt werden, die komplementäre Überhänge zwischen aufeinanderfolgenden Gen-
- 45 fragmenten erzeugen, die anschließend miteinander hybridisiert und reamplifiziert werden können, so dass eine chimäre Gensequenz erzeugt wird (siehe zum Beispiel Current Protocols in Molecular

Biology, Hrsgb. Ausubel et al., John Wiley & Sons: 1992). Überdies sind viele Expressionsvektoren kommerziell erhältlich, die bereits eine Fusionseinheit (z.B. ein GST-Polypeptid) kodieren. Eine Desaturase-kodierende Nukleinsäure kann in einen solchen
5 Expressionsvektor kloniert werden, so dass die Fusionseinheit im Leseraster mit dem Desaturase-Protein verbunden ist.

Homologe der Desaturase können durch Mutagenese, z.B. durch spezifische Punktmutation oder Verkürzung der Desaturase, erzeugt
10 werden. Der Begriff "Homologe", wie hier verwendet, betrifft eine variante Form der Desaturase, die als Agonist oder Antagonist der Desaturase-Aktivität wirkt. Ein Agonist der Desaturase kann im wesentlichen die gleiche Aktivität wie die oder einen Teil der biologischen Aktivitäten der Desaturase beibehalten. Ein
15 Antagonist der Desaturase kann eine oder mehrere Aktivitäten der natürlich vorkommenden Form der Desaturase durch zum Beispiel kompetitive Bindung an ein stromabwärts oder -aufwärts gelegenes Element der Stoffwechselkaskade für Zellmembrankomponenten, welche die Desaturase umfasst, oder durch Bindung an eine
20 Desaturase, welche den Transport von Verbindungen über Zellmembranen vermittelt, hemmen, wodurch die Translokation gehemmt wird.

Bei einer alternativen Ausführungsform können Homologe der Desaturase durch Sichten kombinatorischer Banken von Mutanten,
25 z.B. Verkürzungsmutanten, der Desaturase hinsichtlich Desaturase-Agonisten- oder -Antagonisten-Aktivität identifiziert werden. Bei einer Ausführungsform wird eine variierte Bank von Desaturase-Varianten durch kombinatorische Mutagenese auf Nukleinsäureebene erzeugt und durch eine variierte Genbank kodiert. Eine
30 variierte Bank von Desaturase-Varianten kann z.B. durch enzymatische Ligation eines Gemisches von synthetischen Oligonukleotiden in Gensequenzen hergestellt werden, so dass sich ein degenerierter Satz potentieller Desaturase-Sequenzen als individuelle Polypeptide oder alternativ als Satz größerer
35 Fusionsproteine (z.B. für das Phage-Display), die diesen Satz von Desaturase-Sequenzen enthalten, exprimieren lässt. Es gibt eine Vielzahl von Verfahren, die zur Herstellung von Banken potentieller Desaturase-Homologen aus einer degenerierten Oligonukleotidsequenz verwendet werden können. Die chemische
40 Synthese einer degenerierten Gensequenz kann in einem DNA-Syntheseautomaten durchgeführt und das synthetische Gen dann in einen geeigneten Expressionsvektor ligiert werden. Die Verwendung eines degenerierten Satzes von Genen ermöglicht die Bereitstellung sämtlicher Sequenzen, die den gewünschten Satz
45 an potentiellen Desaturase-Sequenzen kodieren, in einem Gemisch. Verfahren zur Synthese degenerierter Oligonukleotide sind im Fachgebiet bekannt (siehe z.B. Narang, S.A. (1983) Tetrahedron

39:3; Itakura et al. (1984) Annu. Rev. Biochem. 53:323; Itakura et al., (1984) Science 198:1056; Ike et al. (1983) Nucleic Acids Res. 11:477).

- 5 Zusätzlich können Banken von Desaturase-Fragmenten zur Herstellung einer variierten Population von Desaturase-Fragmenten für das Sichten und für die anschließende Selektion von Homologen einer Desaturase verwendet werden. Bei einer Ausführungsform kann eine Bank von Fragmenten der kodierenden Sequenz durch
- 10 Behandeln eines doppelsträngigen PCR-Fragmentes einer kodierenden Desaturase-Sequenz mit einer Nuklease unter Bedingungen, unter denen Doppelstrangbrüche nur etwa einmal pro Molekül erfolgen, Denaturieren der doppelsträngigen DNA, Renaturieren der DNA unter Bildung doppelsträngiger DNA, welche Sense/Antisense-Paare von
- 15 verschiedenen Produkten mit Doppelstrangbrüchen umfassen kann, Entfernen einzelsträngiger Abschnitte aus neu gebildeten Duplices durch Behandlung mit S1-Nuklease und Ligieren der resultierenden Fragmentbank in einen Expressionsvektor erzeugt werden. Mit diesem Verfahren kann eine Expressionsbank hergeleitet werden,
- 20 die N-terminale, C-terminale und interne Fragmente der Desaturase verschiedener Größen kodiert.

- Im Fachgebiet sind mehrere Techniken für das Sichten von Genprodukten in kombinatorischen Banken, die durch Punktmutationen
- 25 oder Verkürzung hergestellt worden sind, und für das Sichten von cDNA-Banken nach Genprodukten mit einer ausgewählten Eigenschaft bekannt. Diese Techniken lassen sich an das schnelle Sichtung der Genbanken anpassen, die durch kombinatorische Mutagenese von Desaturase-Homologen erzeugt worden sind. Die am häufigsten
- 30 verwendeten Techniken zum Sichtung großer Genbanken, die einer Analyse mit hohem Durchsatz unterworfen werden können, umfassen gewöhnlich das Klonieren der Genbank in replizierbare Expressionsvektoren, Transformieren von geeigneten Zellen mit der resultierenden Vektorenbank und Exprimieren der kombinatorischen
- 35 Gene unter Bedingungen, unter denen der Nachweis der gewünschten Aktivität die Isolation des Vektors, der das Gen kodiert, dessen Produkt nachgewiesen wurde, erleichtert. Recursive-Ensemble-Mutagenese (REM), eine neue Technik, die die Häufigkeit funktioneller Mutanten in den Banken erhöht, kann in Kombination mit den
- 40 Sichtungstests zur Identifikation von Desaturase-Homologen verwendet werden (Arkin und Yourvan (1992) Proc. Natl. Acad. Sci. USA 89:7811-7815; Delgrave et al. (1993) Protein Engineering 6(3):327-331).

- 45 Eine weitere bekannte Technik zur Veränderung von katalytischen Eigenschaften von Enzymen bzw. deren codierenden Genen ist das "Gen-Shuffling" (siehe z.B. in Stemmer, PNAS 1994, 91:

10747-10751, WO9720078 oder WO9813487), das eine Kombination von Genfragmenten darstellt, wobei diese Neukombination zusätzlich noch durch fehlerhafte Polymerasekettenreaktionen variiert werden kann und somit eine hohe zu testende Sequenzdiversität schafft.

- 5 Voraussetzung für den Einsatz eines solchen Ansatzes ist jedoch ein geeignetes Screeningsystem, um die erstellte Gendiversität auf Funktionalität zu überprüfen.

Insbesondere für die Sichtung von Desaturaseaktivitäten

- 10 ist ein Sichtungsverfahren Voraussetzung, das PUFA-abhängig Enzymaktivität(en) erfaßt. Bzgl. Desaturaseaktivitäten mit Spezifität für PUFAs kann man in *Mucor*-Species, die durch bekannte Transformationsverfahren mit gewünschten Genkonstrukten transformierbar sind, die Toxizität von Arachidonsäure in An-
- 15 wesensheit eines toxischen Metaboliten (hier: Salicylsäure oder Salicylsäurederivate) nutzen (Eroshin et al., *Mikrobiologiya*, Vol. 65, No.1 1996, Seiten 31-36), um eine wachstumsbasierte Erstsichtung durchzuführen. Resultierende Klone können dann einer Analyse ihrer Lipidinhaltstoffe mittels Gaschromatographie und
- 20 Massenspektroskopie unterzogen werden, um Edukte und Produkte in Art und Menge zu erfassen.

Bei einer weiteren Ausführungsform können Tests auf Zellbasis zur Analyse einer variierten Desaturase-Bank unter Verwendung

- 25 von weiteren im Fachgebiet bekannten Verfahren ausgenutzt werden.

E. Erfindungsgemäße Verwendungen und Verfahren

Die hier beschriebenen Nukleinsäuremoleküle, Proteine, Protein-

30 homologen, Fusionsproteine, Primer, Vektoren und Wirtszellen können bei einem oder mehreren der nachstehenden Verfahren verwendet werden: Identifikation von *Phaeodactylum* und verwandten Organismen, Kartierung der Genome von Organismen, die mit *Phaeodactylum tricornutum* verwandt sind, Identifikation und

- 35 Lokalisierung von *Phaeodactylum tricornutum*-Sequenzen von Interesse, Evolutionsstudien, Bestimmung von Desaturase-Proteinbereichen, die für die Funktion notwendig sind, Modulation einer Desaturase-Aktivität; Modulation des Stoffwechsels einer oder mehrerer Zellmembrankomponenten; Modulation des Transmembran-
- 40 transports einer oder mehrerer Verbindungen sowie Modulation der zellulären Produktion einer gewünschten Verbindung, wie einer Feinchemikalie. Die erfindungsgemäßen Desaturase-Nukleinsäuremoleküle haben eine Vielzahl von Verwendungen. Sie können zunächst zur Identifikation eines Organismus als *Phaeodactylum*
- 45 *tricornutum* oder als naher Verwandter davon verwendet werden. Sie können auch zur Identifikation des Vorliegens von *Phaeodactylum tricornutum* oder eines Verwandten davon in einer Mischpopulation

- von Mikroorganismen verwendet werden. Die Erfindung stellt die Nukleinsäuresequenzen einer Reihe von *Phaeodactylum tricornutum*-Genen bereit; durch Sondieren der extrahierten genomischen DNA einer Kultur einer einheitlichen oder gemischten Population von
- 5 Mikroorganismen unter stringenten Bedingungen mit einer Sonde, die einen Bereich eines *Phaeodactylum tricornutum*-Gens oder von Teilen davon überspannt, das für diesen Organismus einzigartig ist, kann man bestimmen, ob dieser Organismus vorliegt. *Phaeodactylum tricornutum* selbst werden zur kommerziellen Produktion
- 10 mehrfach ungesättigter Säuren verwendet und eignen darüber hinaus zur PUFA-Produktion auch in anderen Organismen insbesondere wenn erreicht werden soll, dass resultierende PUFAs auch in die Triacylglycerolfraktion eingebaut werden sollen.
- 15 Ferner können die erfindungsgemäßen Nukleinsäure- und Proteinmoleküle als Marker für spezifische Bereiche des Genoms dienen. Dies ist nicht nur zur Kartierung des Genoms, sondern auch für funktionelle *Phaeodactylum tricornutum*-Proteinen geeignet. Zur Identifikation des Genombereichs, an den ein bestimmtes DNA-
- 20 bindendes Protein von *Phaeodactylum tricornutum* bindet, könnte das *Phaeodactylum tricornutum*-Genom zum Beispiel gespalten werden und die Fragmente mit dem DNA-bindenden Protein inkubiert werden. Diejenigen, die das Protein binden, können zusätzlich mit den erfindungsgemäßen Nukleinsäuremolekülen, vorzugsweise mit leicht
- 25 nachweisbaren Markierungen, sondiert werden; die Bindung eines solchen Nukleinsäuremoleküls an das Genomfragment ermöglicht die Lokalisierung des Fragments auf der Genomkarte von *Phaeodactylum tricornutum* und erleichtert, wenn dies mehrmals mit unterschiedlichen Enzymen durchgeführt wird, eine rasche Bestimmung der
- 30 Nukleinsäuresequenz, an die das Protein bindet. Die erfindungsgemäßen Nukleinsäuremoleküle können zudem ausreichend homolog zu den Sequenzen verwandter Arten sein, dass diese Nukleinsäuremoleküle als Marker für die Konstruktion einer genomischen Karte bei verwandten Pilzen oder Algen dienen können.
- 35 Die erfindungsgemäßen Desaturase-Nukleinsäuremoleküle eignen sich auch für Evolutions- und Proteinstruktur-Untersuchungen. Die Stoffwechsel- und Transportprozesse, an denen die erfindungsgemäßen Moleküle beteiligt sind, werden von vielen
- 40 prokaryotischen und eukaryotischen Zellen genutzt; durch Vergleich der Sequenzen der erfindungsgemäßen Nukleinsäuremoleküle mit solchen, die ähnliche Enzyme aus anderen Organismen kodieren, kann der Evolutions-Verwandschaftsgrad der Organismen bestimmt werden. Entsprechend ermöglicht ein solcher Vergleich
- 45 die Bestimmung, welche Sequenzbereiche konserviert sind und welche nicht, was bei der Bestimmung von Bereichen des Proteins hilfreich sein kann, die für die Enzymfunktion essentiell sind.

Dieser Typ der Bestimmung ist für Proteinengineering-Untersuchungen wertvoll und kann einen Hinweis darauf geben, wieviel Mutagenese das Protein tolerieren kann, ohne die Funktion zu verlieren.

5

Die Manipulation der erfindungsgemäßen Desaturase-Nukleinsäuremoleküle kann zur Produktion von Desaturasen mit funktionellen Unterschieden zu den Wildtyp-Desaturasen führen. Die Effizienz oder Aktivität dieser Proteine kann verbessert sein, sie können
10 in größeren Anzahlen als gewöhnlich in der Zelle zugegen sein, oder ihre Effizienz oder Aktivität kann verringert sein. Verbesserte Effizienz oder Aktivität bedeutet beispielsweise, dass das Enzym eine höhere Selektivität und/oder Aktivität, vorzugsweise eine mindestens 10 % höhere, besonders bevorzugt eine
15 mindestens 20 % höhere Aktivität, ganz besonders bevorzugt eine mindestens 30 % höhere Aktivität als das ursprüngliche Enzym aufweist.

Es gibt eine Reihe von Mechanismen, durch die die Veränderung
20 einer erfindungsgemäßen Desaturase die Ausbeute, Produktion und/oder Effizienz der Produktion einer Feinchemikalie, welche ein solches verändertes Protein enthält, direkt beeinflussen kann. Die Gewinnung von Feinchemikalien-Verbindungen aus Kulturen von Ciliaten, Algen oder Pilzen im großen Maßstab ist signifi-
25 kant verbessert, wenn die Zelle die gewünschten Verbindungen sezerniert, da diese Verbindungen aus dem Kulturmedium (im Gegensatz zur Extraktion aus der Masse der gezüchteten Zellen) leicht gereinigt werden können. Ansonsten lässt sich die Reinigung verbessern, wenn die Zelle in vivo Verbindungen in einem speziali-
30 sierten Kompartiment mit einer Art Konzentrationsmechanismus speichert. Bei Pflanzen, die Desaturasen exprimieren, kann ein gesteigerter Transport zu besserer Verteilung innerhalb des Pflanzengewebes und der -organe führen. Durch Vergrößern der Anzahl oder der Aktivität von Transportermolekülen, welche Fein-
35 chemikalien aus der Zelle exportieren, kann es möglich sein, die Menge der produzierten Feinchemikalie, die im extrazellulären Medium zugegen ist, zu steigern, wodurch Ernte und Reinigung oder bei Pflanzen eine effizientere Verteilung erleichtert werden. Zur effizienten Überproduktion einer oder mehrerer Feinchemikalien
40 sind dagegen erhöhte Mengen an Cofaktoren, Vorläufermolekülen und Zwischenverbindungen für die geeigneten Biosynthesewege erforderlich. Durch Vergrößern der Anzahl und/oder der Aktivität von Transporterproteinen, die am Import von Nährstoffen, wie Kohlenstoffquellen (d.h. Zuckern), Stickstoffquellen (d.h. Aminosäuren,
45 Ammoniumsalzen), Phosphat und Schwefel, beteiligt sind, kann man die Produktion einer Feinchemikalie aufgrund der Beseitigung aller Einschränkungen des Nährstoffangebots beim Biosynthese-

prozess verbessern. Fettsäuren, wie PUFAs, und Lipide, die PUFAs enthalten, sind selbst wünschenswerte Feinchemikalien; durch Optimieren der Aktivität oder Erhöhen der Anzahl einer oder mehrerer erfindungsgemäßer Desaturasen, die an der Biosynthese dieser Verbindungen beteiligt sind, oder durch Stören der Aktivität einer oder mehrerer Desaturasen, die am Abbau dieser Verbindungen beteiligt sind, kann man somit die Ausbeute, Produktion und/oder Effizienz der Produktion von Fettsäure- und Lipidmoleküle in Ciliaten, Algen, Pflanzen, Pilzen, Hefen oder anderen Mikroorganismen steigern.

Die Manipulation eines oder mehrerer erfindungsgemäßer Desaturase-Gene kann ebenfalls zu Desaturasen mit veränderten Aktivitäten führen, welche die Produktion einer oder mehrerer gewünschter Feinchemikalien aus Algen, Pflanzen, Ciliaten oder Pilzen indirekt beeinflussen. Die normalen biochemischen Stoffwechselprozesse führen z.B. zur Produktion einer Vielzahl an Abfallprodukten (z.B. Wasserstoffperoxid und andere reaktive Sauerstoffspezies), die diese Stoffwechselprozesse aktiv stören können (z.B. nitriert Peroxynitrit bekanntlich Tyrosin-Seitenketten, wodurch einige Enzyme mit Tyrosin im aktiven Zentrum inaktiviert werden (Groves, J.T. (1999) Curr. Opin. Chem. Biol. 3(2);226-235)). Diese Abfallprodukte werden zwar üblicherweise ausgeschieden, aber die zur fermentativen Produktion im großen Maßstab verwendeten Zellen werden für die Überproduktion einer oder mehrerer Feinchemikalien optimiert und können somit mehr Abfallprodukte produzieren als für eine Wildtypzelle üblich. Durch Optimieren der Aktivität einer oder mehrerer erfindungsgemäßer Desaturasen, die am Export von Abfallmolekülen beteiligt sind, kann man die Lebensfähigkeit der Zelle verbessern und eine effiziente Stoffwechselaktivität aufrechterhalten. Auch das Vorliegen hoher intrazellulärer Mengen der gewünschten Feinchemikalie kann tatsächlich für die Zelle toxisch sein, so dass man durch Steigern der Fähigkeit der Zelle zur Sekretion dieser Verbindungen die Lebensfähigkeit der Zelle verbessern kann.

Die erfindungsgemäßen Desaturasen können ferner so manipuliert sein, dass die relativen Mengen verschiedener Lipid- und Fettsäuremoleküle verändert werden. Dies kann eine entscheidende Auswirkung auf die Lipidzusammensetzung der Zellmembran haben. Da jeder Lipidtyp unterschiedliche physikalische Eigenschaften hat, kann eine Veränderung der Lipidzusammensetzung einer Membran die Membranfluidität signifikant verändern. Änderungen der Membranfluidität können den Transport von Molekülen über die Membran beeinflussen, was, wie vorstehend erläutert, den Export von Abfallprodukten oder der produzierten Feinchemikalie oder den Import notwendiger Nährstoffe modifizieren kann. Diese Änderungen

der Membranfluidität können auch die Integrität der Zelle entscheidend beeinflussen; Zellen mit vergleichsweise schwächeren Membranen sind anfälliger gegenüber abiotischen und biotischen Stressbedingungen, welche die Zelle beschädigen oder abtöten
5 können. Durch Manipulieren von Desaturasen, die an der Produktion von Fettsäuren und Lipiden für den Membranaufbau beteiligt sind, so dass die resultierende Membran eine Membranzusammensetzung hat, die für die in den Kulturen, die zur Produktion von Feinchemikalien verwendet werden, herrschenden Umweltbedingungen
10 empfänglicher sind, sollte ein größerer Anteil der Zellen überleben und sich vermehren. Größere Mengen an produzierenden Zellen sollten sich in größeren Ausbeuten, höherer Produktion oder Effizienz der Produktion der Feinchemikalie aus der Kultur manifestieren.

15 Die vorstehend genannten Mutagenesestrategien für Desaturasen, die zu erhöhten Ausbeuten einer Feinchemikalie führen sollen, sollen nicht beschränkend sein; Variationen dieser Strategien sind dem Fachmann leicht ersichtlich. Unter Verwendung dieser
20 Mechanismen und mithilfe der hier offenbarten Mechanismen können die erfindungsgemäßen Nukleinsäure- und Proteinmoleküle zur Erzeugung von Algen, Ciliaten, Pflanzen, Tieren, Pilzen oder anderen Mikroorganismen, wie *C. glutamicum*, verwendet werden, die mutierte Desaturase-Nukleinsäure- und Proteinmoleküle expri-
25 mieren, so dass die Ausbeute, Produktion und/oder Effizienz der Produktion einer gewünschten Verbindung verbessert wird. Diese gewünschte Verbindung kann ein beliebiges natürliches Produkt von Algen, Ciliaten, Pflanzen, Tieren, Pilzen oder Bakterien sein, welches die Endprodukte von Biosynthesewegen und Zwischenprodukte
30 natürlich vorkommender Stoffwechselwege umfasst, sowie Moleküle, die im Stoffwechsel dieser Zellen nicht natürlich vorkommen, die jedoch von den erfindungsgemäßen Zellen produziert werden.

Eine weitere erfindungsgemäße Ausführungsform ist ein Verfahren
35 zur Produktion von PUFAs, wobei das Verfahren das Züchten eines Organismus, der eine erfindungsgemäße Nukleinsäure, ein erfindungsgemäßes Genkonstrukt oder einen erfindungsgemäßen Vektor umfasst, welche ein Polypeptid kodieren, das C₁₈-, C₂₀- oder C₂₂-Fettsäuren mit mindestens zwei Doppelbindungen im
40 Fettsäuremolekül um mindestens zwei Kohlenstoffatome unter Bedingungen, unter denen PUFAs in dem Organismus produziert werden, verlängert, umfasst. Durch dieses Verfahren hergestellte PUFAs lassen sich durch Ernten der Organismen entweder aus der Kultur, in der sie wachsen, oder von dem Feld, Aufbrechen
45 und/oder Extrahieren des geernteten Materials mit einem organischen Lösungsmittel isolieren. Aus diesem Lösungsmittel kann das Öl, das Lipide, Phospholipide, Sphingolipide, Glyco-

- lipide, Triacylglycerine und/oder freie Fettsäuren mit höherem Gehalt an PUFAs enthält, isoliert werden. Durch basische oder saure Hydrolyse der Lipide, Phospholipide, Sphingolipide, Glycolipide, Triacylglycerine können die freien Fettsäuren mit höherem Gehalt an PUFAs isoliert werden. Ein höherer Gehalt an PUFAs bedeutet mindestens 5 %, vorzugsweise 10 %, besonders bevorzugt 20 %, ganz besonders bevorzugt 40 % mehr PUFAs als der ursprüngliche Organismus, der keine zusätzliche Nukleinsäure, die die erfindungsgemäße Desaturase kodiert, besitzt.
- 10 Vorzugsweise sind die durch dieses Verfahren produzierten PUFAs C₁₈- oder C₂₀₋₂₂-Fettsäuremoleküle mit mindestens zwei Doppelbindungen im Fettsäuremolekül, vorzugsweise drei, vier, bei Kombination mit einer weiteren Elongasen und einer Δ -4 Desaturase
- 15 fünf oder sechs Doppelbindungen. Diese C₁₈- oder C₂₀₋₂₂-Fettsäuremoleküle lassen sich aus dem Organismus in Form eines Öls, Lipids oder einer freien Fettsäure isolieren. Geeignete Organismen sind beispielsweise die vorstehend erwähnten. Bevorzugte Organismen sind transgene Pflanzen.
- 20 Eine erfindungsgemäße Ausführungsform sind Öle, Lipide oder Fettsäuren oder Fraktionen davon, die durch das oben beschriebene Verfahren hergestellt worden sind, besonders bevorzugt Öl, Lipid oder eine Fettsäurezusammensetzung, die PUFAs umfassen und von
- 25 transgenen Pflanzen herrühren.
- Eine weitere erfindungsgemäße Ausführungsform ist die Verwendung des Öls, Lipids oder der Fettsäurezusammensetzung in Futtermitteln, Nahrungsmitteln, Kosmetika oder Pharmazeutika.
- 30 Ein weiterer Erfindungsgegenstand ist ein Verfahren zur Identifikation eines Antagonisten oder Agonisten von Desaturasen, umfassend
- 35 a) in Kontaktbringen der Zellen, die das Polypeptid der vorliegenden Erfindung exprimieren, mit einem Kandidatenstoff;
- b) Testen der Desaturaseaktivität;
- 40 c) Vergleichen der Desaturaseaktivität mit einer Standardaktivität in Abwesenheit des Kandidatenstoffs, wobei ein Anstieg der Desaturaseaktivität über den Standard anzeigt, daß der Kandidatenstoff ein Agonist und eine Verringerung
- 45 der Desaturaseaktivität anzeigt, daß der Kandidatenstoff ein Antagonist ist.

- Der genannte Kandidatenstoff kann ein chemisch synthetisierter oder mikrobiologisch produzierter Stoff sein und z.B. in Zell-extrakten von z.B. Pflanzen, Tieren oder Mikroorganismen auftreten. Weiterhin kann der genannte Stoff zwar im Stand der
- 5 Technik bekannt sein, aber bisher nicht bekannt sein als die Aktivität der Desaturasen steigernd oder reprimierend. Das Reaktionsgemisch kann ein zellfreier Extrakt sein oder eine Zelle oder Zellkultur umfassen. Geeignete Methoden sind dem Fachmann bekannt und werden z.B. allgemein beschrieben in Alberts, Molecular Biology the cell, 3rd Edition (1994), z.B. Kapitel 17. Die
- 10 genannten Stoffe können z.B. zu dem Reaktionsgemisch oder dem Kulturmedium zugegeben werden oder den Zellen injiziert werden oder auf eine Pflanze gesprüht werden.
- 15 Wenn eine Probe, die ein nach der erfindungsgemäßen Methode aktiven Stoff beinhaltet, identifiziert wurde, dann ist es entweder möglich, den Stoff direkt von der ursprünglichen Probe zu isolieren oder man kann die Probe in verschiedene Gruppen teilen, z.B. wenn sie aus einer Vielzahl von verschiedenen Komponenten
- 20 besteht, um so die Zahl der verschiedenen Substanzen pro Probe zu reduzieren und dann das erfindungsgemäße Verfahren mit einer solchen "Unterprobe" der ursprünglichen Probe zu wiederholen. Abhängig von der Komplexität der Probe können die oben beschriebenen Schritte mehrmals wiederholt werden, vorzugsweise bis die
- 25 gemäß der erfindungsgemäßen Methode identifizierte Probe nur noch eine geringe Anzahl von Substanzen oder nur noch eine Substanz umfaßt. Vorzugsweise wird der gemäß der erfindungsgemäßen Methode identifizierte Stoff oder Derivate davon weiter formuliert, so, daß er für die Anwendung in der Pflanzenzüchtung oder Pflanzen-
- 30 zell- oder Gewebekultur geeignet ist.

- Die Stoffe, die gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren getestet und identifiziert wurden, können sein: Expressionsbibliotheken, z.B. cDNA-Expressionsbibliotheken, Peptide, Proteine, Nukleinsäuren, Antikörper, kleine organische Stoffe, Hormone, PNAs oder
- 35 ähnliches (Milner, Nature Medicine 1 (1995), 879-880; Hupp, Cell. 83 (1995), 237-245; Gibbs, Cell. 79 (1994), 193-198 und darin zitierte Referenzen). Diese Stoffe können auch funktionelle Derivate oder Analogon der bekannten Inhibitoren oder Aktivatoren
- 40 sein. Verfahren zur Herstellung von chemischen Derivaten oder Analogon sind dem Fachmann bekannt. Die genannten Derivate und Analogon können gemäß Verfahren nach dem Stand der Technik getestet werden. Weiterhin kann computergestütztes Design oder Peptidomimetics zur Herstellung geeigneter Derivate und Analogon
- 45 verwendet werden. Die Zelle oder das Gewebe, die/das für das erfindungsgemäße Verfahren verwendet werden kann, ist vorzugsweise eine erfindungsgemäße Wirtszelle, Pflanzenzelle oder ein

Pflanzengewebe, wie in den oben genannten Ausführungsformen beschrieben.

- Entsprechend betrifft die vorliegende Erfindung auch einen
- 5 Stoff, der gemäß den vorstehenden erfindungsgemäßen Verfahren identifiziert wurde. Der Stoff ist z.B. ein Homolog der erfindungsgemäßen Desaturasen. Homologe der Desaturasen können durch Mutagenese, z.B. durch Punktmutation oder Deletion der Desaturasen, erzeugt werden. Hierin verwendet wird der Begriff
 - 10 "Homolog" als eine variante Form der Desaturasen, die als Agonist oder Antagonist für die Aktivität der Desaturasen wirkt. Ein Agonist kann die im wesentlichen gleiche oder einen Teil der biologischen Aktivität der Desaturasen haben. Ein Antagonist der Desaturasen kann eine oder mehr Aktivitäten der natürlich vor-
 - 15 kommenden Formen der Desaturasen inhibieren, z.B. kompetitiv an ein *Downstream* oder *Upstream* gelegenes Mitglied der Fettsäure-synthese-Stoffwechselwege, die die Desaturasen einschließen, binden oder an Desaturasen binden und dabei die Aktivität reduzieren oder inhibieren.

- 20 Außerdem betrifft die vorliegende Erfindung auch ein Antikörper oder ein Fragment davon, wie sie hierin beschrieben werden, der die Aktivität der erfindungsgemäßen Desaturasen inhibiert.

- 25 Bei einem Aspekt betrifft die vorliegende Erfindung ein Antikörper, der spezifisch den erfindungsgemäßen oben beschriebenen Agonisten oder Antagonisten erkennt bzw. bindet.

- Ein weiterer Aspekt betrifft eine Zusammensetzung, die den Anti-
- 30 körper, den nach dem erfindungsgemäßen Verfahren identifizierten Stopp oder das Antisense-Molekül umfaßt.

- In einer weiteren Ausführungsform betrifft die vorliegende Erfindung ein Kit, umfassend die erfindungsgemäße Nukleinsäure,
- 35 das erfindungsgemäße Genkonstrukt, die erfindungsgemäße Aminosäuresequenz, das erfindungsgemäße Antisense-Nukleinsäuremolekül, den erfindungsgemäßen Antikörper und/oder Zusammensetzung, einen Antagonisten oder Agonisten, der nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt wurde, und/oder erfindungsgemäße Öle, Lipide
- 40 und/oder Fettsäuren oder eine Fraktion davon. Ebenso kann das Kit die erfindungsgemäßen Wirtszellen, Organismen, Pflanzen oder Teile davon, erntbare Teile der erfindungsgemäßen Pflanzen oder Vermehrungsmaterial oder aber auch den erfindungsgemäßen Antagonisten oder Agonisten umfassen. Die Komponenten des Kits
- 45 der vorliegenden Erfindung können in geeigneten Containern, beispielsweise mit oder in Puffern oder anderen Lösungen verpackt sein. Ein oder mehr der genannten Komponenten können in ein und

demselben Container verpackt sein. Zusätzlich oder alternativ können ein oder mehr der genannten Komponenten z.B. auf einer festen Oberfläche adsorbiert sein, z.B. Nitrozellulosefilter, Glasplatten, Chips, Nylonmembranen oder Mikrotiterplatten. Das
5 Kit kann für jede der hierin beschriebenen Methoden und Ausführungsformen verwendet werden, z.B. für die Produktion von Wirtszellen, transgenen Pflanzen, zur Detektion von homologen Sequenzen, zur Identifikation von Antagonisten oder Agonisten usw. Weiterhin kann das Kit Anleitungen für die Verwendung des
10 Kits für eine der genannten Anwendungen enthalten.

Diese Erfindung wird durch die nachstehenden Beispiele weiter veranschaulicht, die nicht als beschränkend aufgefaßt werden sollten. Der Inhalt sämtlicher in dieser Patentanmeldung
15 zitierten Literaturstellen, Patentanmeldungen, Patente und veröffentlichten Patentanmeldungen ist hier durch Bezugnahme aufgenommen.

Beispielteil

20

Beispiel 1: Allgemeine Verfahren

a) Allgemeine Klonierungsverfahren:

25 Klonierungsverfahren, wie beispielsweise Restriktionsspaltungen, Agarosegelelektrophorese, Reinigung von DNA-Fragmenten, Transfer von Nukleinsäuren auf Nitrocellulose- und Nylonmembranen, Verbindung von DNA-Fragmenten, Transformation von Escherichia coli- und Hefe-Zellen, Anzucht von Bakterien und Sequenzanalyse
30 rekombinanter DNA, wurden durchgeführt wie beschrieben in Sambrook et al. (1989) (Cold Spring Harbor Laboratory Press: ISBN 0-87969-309-6) oder Kaiser, Michaelis und Mitchell (1994) "Methods in Yeast Genetics" (Cold Spring Harbor Laboratory Press: ISBN 0-87969-451-3). Die Transformation und Anzucht von Algen,
35 wie Chlorella oder Phaeodactylum werden durchgeführt wie beschrieben von El-Sheekh (1999), Biologia Plantarum 42:209-216; Apt et al. (1996) Molecular and General Genetics 252 (5):872-9.

b) Chemikalien

40

Die verwendeten Chemikalien wurden, wenn im Text nicht anders angegeben, in p. A.-Qualität von den Firmen Fluka (Neu-Ulm), Merck (Darmstadt), Roth (Karlsruhe), Serva (Heidelberg) und Sigma (Deisenhofen) bezogen. Lösungen wurden unter Verwendung
45 von reinem pyrogenfreiem Wasser, im nachstehenden Text als H₂O bezeichnet, aus einer Milli-Q-Wassersystem-Wasserreinigungsanlage (Millipore, Eschborn) hergestellt. Restriktionsendo-

75

nukleasen, DNA-modifizierende Enzyme und molekularbiologische Kits wurden bezogen von den Firmen AGS (Heidelberg), Amersham (Braunschweig), Biometra (Göttingen), Boehringer (Mannheim), Genomed (Bad Oeynhausen), New England Biolabs (Schwalbach/ Taunus), Novagen (Madison, Wisconsin, USA), Perkin-Elmer (Weiterstadt), Pharmacia (Freiburg), Qiagen (Hilden) und Stratagene (Amsterdam, Niederlande). Wenn nicht anders angegeben, wurden sie nach den Anweisungen des Herstellers verwendet.

10

c) Zellmaterial

Die erfindungsgemäßen isolierten Nukleinsäuresequenzen sind im Genom eines *Phaeodactylum tricornutum* UTEX646-Stammes enthalten, der über die Algensammlung der University of Texas, Austin verfügbar ist.

Phaeodactylum tricornutum wurde bei 25°C mit einem Licht/Dunkel Rhythmus von 14:10 Stunden bei 22°C und 35 microEinstein (entspricht micromol Photonen pro Quadratmeter und Sekunde) in Glasröhren kultiviert, die von unten mit Luft begast wurden.

Als Kulturmedium für *Phaeodactylum tricornutum* wurde das f/2 Kulturmedium mit 10 % organischen Medium nach Guillard, R.R.L. verwendet (1975; Culture of phytoplankton for feeding marine invertebrates. In: Smith, W.L. and Chanley, M.H. (Eds.) Culture of marine Invertebrate animals, NY Plenum Press, pp. 29-60.): Es enthält

30 995,5 ml Seewasser (artifizuell)

1 ml NaNO_3 (75 g/l), 1 ml NaH_2PO_4 (5 g/l), 1 ml Spurenelementelösung, 1 ml Tris/Cl pH 8.0, 0.5 ml f/2 Vitaminlösung

Spurenelementelösung: Na_2EDTA (4,36 g/l), FeCl_3 (3,15 g/l),

35 Primäre Spurenelemente: CuSO_4 (10 g/l), ZnSO_4 (22 g/l), CoCl_2 (10 g/l), MnCl_2 (18 g/l), NaMoO_4 (6,3 g/l)

f/2 Vitaminlösung: Biotin: 10 mg/l, Thiamin 200 mg/l, Vit B12 0,1 mg/l

org-Medium: Na-Acetat (1 g/l), Glucose (6 g/l), Na-Succinat

40 (3 g/l), Bacto-Trypton (4 g/l), Hefe-Extrakt (2 g/l)

76

Beispiel: 2 Isolierung von Gesamt-DNA aus *Phaeodactylum tricornutum* UTEX646 für Hybridisierungsexperimente

Die Einzelheiten der Isolierung von Gesamt-DNA betreffen die Auf-
5 arbeitung von Pflanzenmaterial mit einem Frischgewicht von einem Gramm.

CTAB-Puffer: 2 % (Gew./Vol.) N-Acetyl-N,N,N-trimethylammonium-
bromid (CTAB); 100 mM Tris-HCl, pH 8,0; 1,4 M NaCl; 20 mM EDTA.

10

N-Laurylsarkosin-Puffer: 10 % (Gew./Vol.) N-Laurylsarkosin;
100 mM Tris-HCl, pH 8,0; 20 mM EDTA.

Phaeodactylum tricornutum-Zellmaterial wurde unter flüssigem
15 Stickstoff in einem Mörser verrieben, so dass ein feines Pulver erhalten wurde, und in 2 ml-Eppendorfgefäße überführt. Das gefrorene Pflanzenmaterial wurde dann mit einer Schicht von 1 ml Zersetzungspuffer (1 ml CTAB-Puffer, 100 ml N-Laurylsarkosin-Puffer, 20 ml β -Mercaptoethanol und 10 ml Proteinase K-Lösung,
20 10 mg/ml) überschichtet und eine Stunde unter kontinuierlichem Schütteln bei 60°C inkubiert. Das erhaltene Homogenat wurde in zwei Eppendorfgefäße (2 ml) aufgeteilt und zweimal durch Schütteln mit dem gleichen Volumen Chloroform/Isoamylalkohol (24:1) extrahiert. Zur Phasentrennung wurde eine Zentrifugation
25 bei 8000 x g und RT (= Raumtemperatur = ~ 23°C) jeweils 15 min lang durchgeführt. Die DNA wurde dann 30 min unter Verwendung von eiskaltem Isopropanol bei -70°C gefällt. Die gefällte DNA wurde bei 10000 g 30 min bei 4°C sedimentiert und in 180 ml TE-Puffer (Sambrook et al., 1989, Cold Spring Harbor Laboratory Press: ISBN
30 0-87969-309-6) resuspendiert. Zur weiteren Reinigung wurde die DNA mit NaCl (1,2 M Endkonzentration) behandelt und erneut 30 min unter Verwendung des zweifachen Volumens an absolutem Ethanol bei -70°C gefällt. Nach einem Waschschrift mit 70 % Ethanol wurde die DNA getrocknet und anschließend in 50 ml H₂O + RNase (50 mg/ml
35 Endkonzentration) aufgenommen. Die DNA wurde über Nacht bei 4°C gelöst und die RNase-Spaltung wurde anschließend 1 Std. bei 37°C durchgeführt. Die Aufbewahrung der DNA erfolgte bei 4°C.

Beispiel 3: Isolierung von Gesamt-RNA und poly(A)⁺-RNA aus
40 Pflanzen und *Phaeodactylum tricornutum*

Die Isolierung von Gesamt-RNA aus Pflanzen wie Lein und Raps etc. erfolgt nach einer bei Logemann et al beschriebenen Methode (1987, Anal. Biochem. 163, 21) isoliert. Aus Moos kann
45 die Gesamt-RNA *Protonema*-Gewebe nach dem GTC-Verfahren (Reski et al., 1994, Mol. Gen. Genet., 244:352-359) gewonnen werden.

RNA Isolierung aus *Phaeodactylum tricornutum*:

- Tiefgefrorene Algenproben (-70°C) wurden in einem eiskaltem Mörser unter Flüssigstickstoff zu feinem Pulver zerreiben.
- 5 2 Volumen Homogenisationsmedium (12,024 g Sorbitol, 40,0 ml 1M Tris-HCl, pH 9 (0,2 M); 12,0 ml 5 M NaCl (0,3 M), 8,0 ml 250 mM EDTA, 761,0 mg EGTA, 40,0 ml 10 % SDS wurden auf 200 ml mit H₂O aufgefüllt und der pH auf 8,5 eingestellt) und 4 Volumen Phenol mit 0,2 % Mercaptoethanol wurden bei 40 bis 50°C unter gutem
- 10 Mischen zu gefrorenem Zellpulver gegeben. Danach wurden 2 Volumen Chloroform hinzufügen und für 15 min kräftig gerührt. Es wurde 10 min bei 10000 g zentrifugiert und die wässrige Phase mit Phenol/Chloroform (2 Vol) und abschließend mit Chloroform extrahiert.
- 15 Das erhaltene Volumen der wässrigen Phase wurde mit 1/20 Vol 4 M Na-Acetat (pH 6) und 1 Vol Isopropanol (eiskalt) versetzt und die Nukleinsäuren bei -20°C über Nacht (= ÜN) gefällt. Anschließend wurde 30 min bei 10000 g zentrifugiert und der
- 20 Überstand abgesogen. Es folgte ein Waschschrift mit 70 % EtOH und erneute Zentrifugation. Das Sediment wurde in Tris-Borat-Puffer (80 mM Tris-Borat-Puffer, 10 mM EDTA, pH 7,0) aufgenommen. Dann wurde der Überstand mit 1/3 Vol 8 M LiCl versetzt, gemischt 30 min bei 4°C inkubiert. Nach erneutem zentrifugieren wurde
- 25 das Sediment mit 70 % Ethanol gewaschen, zentrifugiert und das Sediment in RNase-freiem Wasser gelöst.
- Die Isolierung von poly(A)⁺-RNA erfolgte unter Verwendung von Dyna Beads® (Dynal, Oslo, Finnland) nach den Anweisungen im Protokoll
- 30 des Herstellers.
- Nach der Bestimmung der RNA- oder poly(A)⁺-RNA-Konzentration wurde die RNA durch Zugabe von 1/10 Volumina 3 M Natriumacetat, pH 4,6, und 2 Volumina Ethanol gefällt und bei -70°C aufbewahrt.
- 35 Für die Analyse wurden jeweils 20 µg RNA in einem Formaldehyd-haltigen 1,5%igen Agarosegel aufgetrennt und auf Nylon Membranen (Hybond, Amersham) überführt. Der Nachweis spezifischer Transkripte wurde wie bei Amasino beschrieben durchgeführt
- 40 ((1986) Anal. Biochem. 152, 304)).

Beispiel 4: Konstruktion der cDNA-Bank

- Zur Konstruktion der cDNA-Bank aus *Phaeodactylum tricornutum*
- 45 wurde die Erststrangsynthese unter Verwendung von Reverser Transkriptase aus Maus-Leukämie-Virus (Roche, Mannheim, Deutschland) und Oligo-d(T)-Primern, die Zweitstrangsynthese

durch Inkubation mit DNA-Polymerase I, Klenow-Enzym und RNase H-Spaltung bei 12°C (2 Std.), 16°C (1 Std.) und 22°C (1 Std.) erzielt. Die Reaktion wurde durch Inkubation bei 65°C (10 min) gestoppt und anschließend auf Eis überführt. Doppelsträngige DNA-Moleküle wurde mit T4-DNA-Polymerase (Roche, Mannheim) bei 37°C (30 min) mit glatten Enden versehen. Die Nukleotide wurden durch Phenol/Chloroform-Extraktion und Sephadex-G50-Zentrifugiersäulen entfernt. EcoRI/XhoI-Adapter (Pharmacia, Freiburg, Deutschland) wurden mittels T4-DNA-Ligase (Roche, 12°C, über Nacht) an die cDNA-Enden ligiert, mit XhoI nachgeschnitten und durch Inkubation mit Polynukleotidkinase (Roche, 37°C, 30 min) phosphoryliert. Dieses Gemisch wurde der Trennung auf einem Low-Melting-Agarose-Gel unterworfen. DNA-Moleküle über 300 Basenpaaren wurden aus dem Gel eluiert, Phenol-extrahiert, auf Elutip-D-Säulen (Schleicher und Schüll, Dassel, Deutschland) konzentriert und an Vektorarme ligiert und in lambda-ZAP-Express-Phagen unter Verwendung des Gigapack Gold-Kits (Stratagene, Amsterdam, Niederlande) verpackt, wobei Material des Herstellers verwendet und seine Anweisungen befolgt wurden.

20

Beispiel 5: DNA-Sequenzierung und Computeranalyse

cDNA-Banken, wie im Beispiel 4 beschrieben, wurden zur DNA-Sequenzierung nach Standardverfahren, insbesondere durch das Kettenterminationsverfahren unter Verwendung des ABI PRISM Big Dye Terminator Cycle Sequencing Ready Reaction-Kit (Perkin-Elmer, Weiterstadt, Deutschland), verwendet. Die Sequenzierung zufälliger, vereinzelter Klone wurde anschließend an die präparative Plasmidgewinnung aus cDNA-Banken über in vivo-Massencut excision und Retransformation von DH10B auf Agarplatten durchgeführt (Einzelheiten zu Material und Protokoll von Stratagene, Amsterdam, Niederlande). Plasmid-DNA wurde aus über Nacht gezüchteten E. coli-Kulturen, die in Luria-Brühe mit Ampicillin (siehe Sambrook et al. (1989) (Cold Spring Harbor Laboratory Press: ISBN 0-87969-309-6)) gezüchtet worden waren, an einem Qiagen-DNA-Präparations-Roboter (Qiagen, Hilden) nach den Protokollen des Herstellers präpariert. Sequenzierprimer mit den folgenden Nukleotidsequenzen wurden verwendet:

40 5'-CAGGAAACAGCTATGACC-3'

5'-CTAAAGGGAACAAAAGCTG-3'

5'-TGTAACACGACGGCCAGT-3'

Die Sequenzen wurden unter Verwendung des Standard-Softwarepakets EST-MAX, das kommerziell von Bio-Max (München, Deutschland) geliefert wird, prozessiert und annotiert. Durch Nutzung von Vergleichsalgorithmen und unter Verwendung der in SEQ ID NO: 8

dargestellten Suchsequenz wurde mithilfe des BLAST-Programms nach homologen Genen gesucht (Altschul et al. (1997) "Gapped BLAST and PSI-BLAST: a new generation of protein database search programs", Nucleic Acids Res. 25:3389-3402.). Zwei Sequenzen aus *Phaeodactylum tricornutum* mit Homologien zur Suchsequenz aus *Physcomitrella patens* wurden eingehender charakterisiert.

Beispiel 5a: Isolation von Desaturasen aus *Phaeodactylum tricornutum* über Polymerase Kettenreaktion mithilfe degenerierter Oligonukleotide:

Mithilfe von publizierten Desaturasen können Motive identifiziert werden, die für Δ -5 und Δ -6 Desaturasen typisch sind. Im folgenden sind Oligonukleotidsequenzen mit möglichen Variationen dargestellt. Unter der Oligonukleotidsequenz ist im Ein-Buchstaben-code die Aminosäure dargestellt, von der die Basenkombination abgeleitet werden kann. Z.B. bedeutet A/G, daß an dieser Position bei der Synthese des Bausteins statistisch gleichverteilt entweder ein A oder ein G in das Oligonukleotid eingebaut wird, da das von der korrespondierenden Aminosäure abgeleitete Basentriplett entweder ein AAA oder ein AAG sein kann. Die DNA Sequenz kann auch ein Inosin (i) enthalten, wenn die Bestimmung einer Base an dieser Position aufgrund des genetischen Codes drei oder vier unterschiedliche Basen erlaubt. Folgende Sequenzen und Primer können verwendet werden:

5'-Vorwärts-Primer:

F1a:	TGG TGG AA A/G TGG	AAi	CA T/C	AA
F1b:	TGG TGG AA A/G TGG	ACi	CA T/C	AA
30 F1a:	W W K W	N/T	H	K/N
F1b:	W W K W	K	H	K/N
F2a:	Gi TGG AA A/G GAi	A/C Ai	CA T/C	AA
F2b:	Gi TGG AA A/G TTG	A/C Ai	CA T/C	AA
35 F2a:	G/W W K E/D	K/Q/N	H	K/N
F2b:	G/W W K W	K/Q/N	H	K/N
F3a:	T A/T i TTG	AAi	A/C A A/G	C/A G/A i CA
F3b:	T A/T i TTG	AAi	A/C A A/G	CAi CA
F3a:	W W	K/N	H/N	R/Q H
40 F3b:	Y W	K/N	H/N	R/Q H
F4a:	GTi TGG A A/T G/A	GA A/G	CA A/G	CA
F4b:	GTi TGG A A/T G/A	A/T A T/C	CA A/G	CA
F4a:	V W	K/M	E	Q H
F4b:	V W	K/M	N/Y	Q H
45 F5a1:	CA T/C TA T/C TGG AA A/G AA T/C	CA G	C	
F5a1:	CA T/C TA T/C TGG AA A/G AA T/C	CA A	C	
F5a1:	H Y W K	N	Q	H/Q

80

F6a: TTG TTG AAi A/C A A/G AA i CA T/C AA
 F6a: W W K/N H/N K/N H K/N

3'- Reverse Primer

5 R1b: GG A/G AA iAG G/A TG G/A TG T/C TC
 R1b: GG A/G AA iAA G/A TG G/A TG T/C TC
 R1a: P F L H H E
 R1b: P F F H H E
 R2a1: AA iAG A/G TG A/G TG iA C/T iA/G T/C TG
 10 R2a2: AA T/C AA A/G TG A/G TG iA C/T iA/G T/C TG
 R2a1: F L H H V/I V/A Q
 R3a1: AT iTG iGG A/G AA iAA A/G TG A/G TG
 R3a2: AT A/G TT iGG A/G AA iAA A/G TG A/G TG
 R3a3: AT iTG iGG A/G AA iAG A/G TG A/G TG
 15 R3a4: AT A/G TT iGG A/G AA iAG A/G TG A/G TG
 R3a1: I/M H/Q P F F H H
 R3a2: I/M N P F L H H
 R4a1: CT iGG A/G AA iA A/G A/G TG A/G TG
 R4a2: GA iGG A/G AA iA A/G A/G TG A/G TG
 20 R4a3: GT iGG A/G AA iA A/G A/G TG A/G TG
 R4a1: = T/R/S P F F/L H H
 R5a1: AA iAA A/G TG A/G TG T/C TC T/A/G AT T/C TG
 R5a2: AA iAG A/G TG A/G TG T/C TC T/A/G AT T/C TG
 R5a1: F F H H E I Q
 25 R5a2: F L H H E I Q
 R6a1: T iGG iA A/G iAA A/G TG A/G TG iAC
 R6a1: T iGG iA A/G iAG A/G TG A/G TG iAC
 R6a1: T/N P L F/L H H V

- 30 Aufgrund verschiedener Variationsmöglichkeiten sind viele abgeleitete Oligonukleotide möglich, jedoch überraschenderweise gefunden wurde, dass dargestellte Oligonukleotide besonders zur Isolation von Desaturasen geeignet sein können.
- 35 Die Primer können in allen Kombinationen für Polymerase Kettenreaktionen eingesetzt werden. Mithilfe einzelner Kombinationen konnten Desaturase-Fragmente isoliert, wenn nachfolgende Bedingungen berücksichtigt wurden: Für PCR Reaktionen wurden jeweils 10 nMol Primer und 10 ng einer durch in vivo Excision
- 40 gewonnenen Plasmidbank eingesetzt. Die Plasmidbank konnte nach Protokollen des Herstellers (Stratagene) aus der Phagenbank isoliert werden. Die PCR-Reaktion wurde in einem Thermocycler (Biometra) mit der Pfu-DNA-Polymerase (Stratagene) und dem folgenden Temperaturprogramm durchgeführt: 3 min bei 96°C, gefolgt
- 45 von 35 Zyklen mit 30 s bei 96°C, 30 s bei 55°C und 1 min bei 72°C. Dabei wurde die Anlagerungstemperatur nach dem ersten Schritt von 55°C schrittweise um je 3°C erniedrigt und nach dem fünften Zyklus

eine Anlagerungstemperatur von 40°C beibehalten. Letztlich wurde ein Zyklus mit 10 min bei 72°C durchgeführt und der Ansatz durch Kühlen auf 4°C beendet.

- 5 Die Primerkombination F6a und R4a2 sind im Text unterstrichen gekennzeichnet und konnten erfolgreich zur Isolierung eines Desaturasefragmentes genutzt werden. Das resultierende Fragment konnte durch Sequenzierung verifiziert werden und zeigte Homologien zu einer Desaturase mit der Genbank Accession Nr. T36617
- 10 aus *Streptomyces coelicolor*. Die Homologie wurde mithilfe des BLASTP Programmes erhalten. Der Vergleich ist in Figur 4 dargestellt. Es ergaben sich Identitäten von 34 % und eine Homologie von 43 % zu Sequenz T36617. Das DNA-Fragment wurde gemäß Beispiel 7 in einem Hybridisierungsexperiment zur Isolierung
- 15 eines Volllängengens nach Standardbedingungen erfindungsgemäß eingesetzt.

- Die Codierregion einer so isolierten DNA-Sequenz wurde durch Übersetzung des genetischen Codes in eine Polypeptidsequenz
- 20 erhalten. In SEQ ID NO: 3 ist eine 1434 Basenpaare lange Sequenz dargestellt, die durch beschriebenes Verfahren isoliert werden konnte. Die Sequenz besitzt ein Startcodon in Position 1 bis 3 und ein Stopcodon in Position 1432-1434 und konnte in ein 477 Aminosäuren langes Polypeptid übersetzt werden. Durch Ver-
- 25 gleich mit einer in WO 98 46763 beschriebenen Gensequenz wurde gefunden, dass ein nicht identisches aber homologes Fragment aus *Phaeodactylum tricornutum* codierend für 87 Aminosäuren vorbeschrieben wurde. Jedoch offenbart WO 98/46763 weder eine vollständige, funktionell aktive Desaturase noch Positions-
- 30 oder Substratspezifität. Dies wird auch dadurch deutlich, dass sowohl Homologien zur Δ -5, als auch zur Δ -6-Desaturase aus *Mortierella alpina* berichtet werden, ohne eine genaue Funktion festzulegen. Die erfindungsgemäße Sequenz hingegen codiert für eine funktionell aktive Δ -6-Acyl Lipid Desaturase.

- 35 Beispiel 6: Identifizierung von DNA Sequenzen codierend für Desaturasen aus *Phaeodactylum tricornutum*

- Die Volllängensequenz der Δ -6-Acyl Lipid Desaturase Pp_des6
- 40 AJ222980 (NCBI Genbank Accession Nr.) aus dem Moos *Physcomitrella patens* (siehe auch Tabelle 1) sowie die Δ -12-acyl Lipid Desaturase Sequenz (Tabelle 1 siehe Ma_des12) aus *Mortierella alpina* AF110509 (AF110509 NCBI Genbank Accession Nr.) wurden für Sequenzvergleiche mithilfe des TBLASTN Suchalgorithmus
- 45 eingesetzt.

82

Die EST-Sequenzen PT0010070010R, PT001072031R sowie PT001078032R wurden zunächst aufgrund schwacher Homologien mit den Suchsequenzen aus *Physcomitrella* und *Mortierella* unter weiteren Kandidatengenen als Zielgen in Betracht gezogen. In Figur 1 und 5 in Figur 2 sowie Figur 2a ist das Ergebnis der zwei gefundenen est-Sequenzen dargestellt. Die gefundenen Sequenzen sind Teil der erfindungsgemäßen Nukleinsäuren aus SEQ ID NO: 1 (Genname: Pt_des5, eigene Datenbank Nr. der Erfinder PT001078032R), SEQ ID NO: 5. (Genname: Pt_des12, eigene Datenbank NR. der 10 Erfinder PT0010070010R) und SEQ ID NO: 11 (Genname: Pt_des12.2, eigene Datenbank des Erfinders PT001072031R). Buchstaben zeigen identische Aminosäuren an, während das Pluszeichen eine chemisch ähnliche Aminosäure bedeutet. Die Identitäten bzw. Homologien aller erfindungsgemäß gefundener Sequenzen gehen aus Tabelle 2 15 zusammenfassend hervor.

Desaturasen können Cytochrom b5 Domänen aufweisen, die auch in anderen nicht Desaturasen codierenden Genen vorkommen. Cytochrom b5 Domänen zeigen mithin hohe Homologien an, obwohl es sich um 20 verschiedene Genfunktionen handelt. Desaturasen können schwach konservierter Bereiche lediglich als putative Kandidatengene identifiziert werden und müssen auf die Enzymaktivität und Positionsspezifität der enzymatischen Funktion hin geprüft werden. Beispielsweise zeigen auch verschiedene Hydroxylasen, 25 Acetylasen und Epoxygenasen ähnlich wie Desaturasen Histidin-Box Motive, so dass eine konkrete Funktion experimentell nachgewiesen werden muß und zusätzlich die Verifizierung der Doppelbindung erst eine sichere Enzymaktivität und Positionsspezifität einer Desaturase ermöglicht. Überraschenderweise wurde gefunden, 30 dass erfindungsgemäße Δ -6- und Δ -5- Desaturase besonders geeignete Substratspezifitäten aufweisen und besonders geeignet sind, um in Kombination mit einer Δ -6-Elongase aus *Physcomitrella* zur Produktion von polyungesättigten Fettsäuren wie Arachidonsäure, Eicosapentaensäure und Docosahexaensäure genutzt werden können.

35 Die Sequenzierung des vollständigen cDNA Fragmentes aus Klon PT001078032R ergab eine 1652 Basenpaare lange Sequenz. Die Sequenz codiert für ein Polypeptid von 469 Aminosäuren dargestellt in SEQ ID NO: 2. Diese wurde erhalten durch Übersetzung des genetischen Codes aus SEQ ID NO: 1 mit einem Startcodon in Basenpaarposition 115-117 und mit einem Stopcodon in Basenpaarposition 1522-1524. Der Klon beinhaltet ein vollständiges Desaturase-Polypeptid, wie aus dem Sequenzvergleich in Figur 3 zu ersehen ist. Striche bedeuten identische Amino- 45 säuren während Doppelpunkte und Einzelpunkte chemisch austauschbare, d.h. chemisch äquivalente Aminosäuren darstellen. Der Vergleich wurde mit der BLOSUM62 Austauschmatrix für Amino-

säuren nach Henikoff & Henikoff durchgeführt: ((1992) Amino acid substitution matrices from protein blocks. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 89: 10915-10919). Verwendete Parameter: Gap Weight: 8; Average Match: 2.912, Length Weight: 2, Average Mismatch: -2.003.

5

In Figur 6 und Figur 7 ist der Vergleich der MA_des12 Peptidsequenz mit den gefundenen Sequenzen dargestellt.

Die Sequenzierung des vollständigen cDNA Fragmentes aus Klon
10 PT0010070010R ergab eine in SEQ ID NO: 5 dargestellte 1651 Basenpaare lange Sequenz mit einem Startcodon in Position 67-69 und einem Stopcodon in Position 1552-1554. Die erfindungsgemäße Polypeptidsequenz ist in SEQ ID NO: 6 dargestellt.

15 Die Sequenzierung des vollständigen identifizierten cDNA Fragmentes aus Klon PT0010072031R ergab eine in SEQ ID NO: 11 dargestellte 1526 Basenpaare lange Sequenz mit einem Startcodon in Position 92-94 und einem Stopcodon in Position 1400-1402. Die erfindungsgemäße Polypeptidsequenz ist in SEQ ID NO: 12
20 dargestellt.

In Tabelle 2 sind die Identitäten und Homologien erfindungsgemäßer Desaturasen untereinander und mit der Desaturase aus *Physcomitrella patens* und *Mortierella alpina* dargestellt. Die
25 Angaben wurden mithilfe des Programms Bestfit unter gegebenen Parametern wie unten definiert als Teilprogramm folgender Software erhalten: Wisconsin Package Version 10.0 (Genetics Computer Group (GCG), Madison, Wisc., USA). Henikoff, S. and Henikoff, J.G. (1992). Amino acid substitution matrices from protein
30 blocks. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 89: 10915-10919.

Weiterhin ist in Figur 5 der Vergleich der Δ -6-acyl Lipid Desaturase aus *Physcomitrella patens* mit der Polypeptidsequenz des Klons Pt_des6 dargestellt.

35

Tabelle 2:

40	Homologie /	Suchsequenz	Suchsequenz
	Identität in %	Pp_des6	Ma_des12
	Pt_des5	34.92/26.37	n.d.
	Pt_des6	50.69/41.06	n.d.
	Pt_des12	n.d.	48.58/38.92
	Pt_des12.2	n.d.	48.37/41.60

45 n.d. = nicht durchgeführt

Mithilfe des Algorithmus TBLASTN 2.0.10: Altschul et al 1997, "Gapped BLAST and PSI-BLAST: a new generation of protein database search programs", Nucleic Acids Res. 25:3389-3402 wurden über einen lokalen Datenbankvergleich Sequenzen mit höchster Sequenz-
 5 homologie bzw. Identität identifiziert. Die Ergebnisse sind in folgender Tabelle 2A dargestellt.

Tabelle 2A: Homologe mit den höchsten Sequenzhomologien bzw
 Identitäten zu erfindungsgemäßen Polypeptidsequenzen
 10 aus SEQ ID NO. 2, 4, 6 oder 12

Homologie / Identität(%)	Suchsequenz PT001070010R	Suchsequenz PT001072031R	Suchsequenz PT001078032R	Suchsequenz Pt_des6
15 L26296: Fad2 A. thaliana	50 % / 37 %	n.d.	n.d.	n.d.
U86072 Petro- selinum crispum Fad2	n.d.	51/40	n.d.	n.d.
20 AL358652 L. major putative desaturase	n.d.	n.d.	45/30	n.d.
25 AB020032 M. alpina delta 6 desaturase	n.d.	n.d.	n.d.	53/38

Beispiel 7: Identifikation von Genen mittels Hybridisierung

30 Gensequenzen lassen sich zur Identifikation homologer oder heterologer Gene aus cDNA- oder genomischen Banken verwenden.

Homologe Gene (d.h. Voll-Längen-cDNA-Klone, die homolog sind, oder Homologen) lassen sich über Nukleinsäurehybridisierung unter Verwendung von beispielsweise cDNA-Banken isolieren: Ins-
 35 besondere zur Isolierung von funktionell aktiven Voll-Längengenen der in SEQ ID NO: 3 gezeigten kann die Methode genutzt werden. Je nach der Häufigkeit des Gens von Interesse werden 100000 bis zu 1000000 rekombinante Bakteriophagen plattiert und auf eine Nylonmembran überführt. Nach der Denaturierung mit Alkali wurde
 40 die DNA auf der Membran z.B. durch UV-Vernetzung immobilisiert. Die Hybridisierung erfolgt bei hoch-stringenten Bedingungen. In wässriger Lösung werden die Hybridisierung und die Waschschrte bei einer Ionenstärke von 1 M NaCl und einer Temperatur von 68°C durchgeführt. Hybridisierungs sonden wurden z.B. durch Markierung
 45 mittels radioaktiver (³²P-) Nicktranskription (High Prime, Roche,

Mannheim, Deutschland) hergestellt. Die Signale werden mittels Autoradiographie nachgewiesen.

Partiell homologe oder heterologe Gene, die verwandt, aber nicht
5 identisch sind, lassen sich analog zum oben beschriebenen Verfahren unter Verwendung niedrig-stringenter Hybridisierungs- und Waschbedingungen identifizieren. Für die wässrige Hybridisierung wurde die Ionenstärke gewöhnlich bei 1 M NaCl gehalten, wobei die Temperatur nach und nach von 68 auf 42°C gesenkt wurde.

10 Die Isolierung von Gensequenzen, die nur zu einer einzelnen Domäne von beispielsweise 10 bis 20 Aminosäuren Homologien aufweisen, lässt sich unter Verwendung synthetischer, radioaktiv markierter Oligonukleotidsonden durchführen. Radioaktiv markierte
15 Oligonukleotide werden mittels Phosphorylierung des 5'-Endes zweier komplementärer Oligonukleotide mit T4-Polynukleotidkinase hergestellt. Die komplementären Oligonukleotide werden aneinander hybridisiert und ligiert, so dass Konkatemere entstehen. Die doppelsträngigen Konkatemere werden beispielsweise durch Nick-
20 transkription radioaktiv markiert. Die Hybridisierung erfolgt gewöhnlich bei niedrig-stringenten Bedingungen unter Verwendung hoher Oligonukleotidkonzentrationen.

Oligonukleotid-Hybridisierungslösung:

25 6 x SSC
0,01 M Natriumphosphat
1 mM EDTA (pH 8)
0,5 % SDS
30 100 mikrog/ml denaturierte Lachssperma-DNA
0,1 % fettarme Trockenmilch

Während der Hybridisierung wird die Temperatur schrittweise auf 5 bis 10°C unter die berechnete Oligonukleotid-T_m oder bis auf Raum-
35 temperatur (bedeutet RT = ~ 23°C in allen Experimenten, wenn nicht anders angegeben) gesenkt, gefolgt von Waschschritten und Autoradiographie. Das Waschen wird mit extrem niedriger Stringenz durchgeführt, zum Beispiel 3 Waschschrritte unter Verwendung von 4 X SSC. Weitere Einzelheiten sind wie von Sambrook, J., et al.
40 (1989), "Molecular Cloning: A Laboratory Manual", Cold Spring Harbor Laboratory Press, oder Ausubel, F.M., et al. (1994) "Current Protocols in Molecular Biology", John Wiley & Sons, beschrieben.

86

Beispiel 8: Identifikation von Zielgenen durch Sichtung von Expressionsbanken mit Antikörpern

Es wurden cDNA-Sequenzen zur Herstellung von rekombinantem
5 Protein zum Beispiel in *E. coli* verwendet (z.B. Qiagen QIAexpress pQE-System). Die rekombinanten Proteine wurden dann gewöhnlich über Ni-NTA-Affinitätschromatographie (Qiagen) affinitäts- gereinigt. Die rekombinanten Proteine wurden dann zur Herstellung spezifischer Antikörper beispielsweise unter Verwendung von
10 Standardtechniken zur Immunisierung von Kaninchen verwendet. Anschließend wurden die Antikörper dann unter Verwendung einer Ni-NTA-Säule, die mit rekombinantem Antigen vorgesättigt wird, affinitätsgereinigt, wie von Gu et al., (1994) *BioTechniques* 17:257-262 beschrieben. Der Antikörper kann dann zur Durch-
15 musterung von Expressions-cDNA-Banken mittels immunologischem Sichtung verwendet werden (Sambrook, J., et al. (1989), "Molecular Cloning: A Laboratory Manual", Cold Spring Harbor Laboratory Press, oder Ausubel, F.M., et al. (1994) "Current Protocols in Molecular Biology", John Wiley & Sons).

20

Beispiel 9: Transformation von *Agrobacterium*

Die *Agrobacterium*-vermittelte Pflanzentransformation kann zum Beispiel unter Verwendung des GV3101- (pMP90-) (Koncz und Schell,
25 Mol. Gen. Genet. 204 (1986) 383-396) oder LBA4404- (Clontech) oder C58C1 pGV2260 (Deblaere et al 1984, Nucl. Acids Res. 13, 4777-4788) *Agrobacterium tumefaciens*-Stamms durchgeführt werden. Die Transformation kann durch Standard-Transformationstechniken durchgeführt werden (ebenfalls Deblaere et al. 1984).

30

Beispiel 10: Pflanzentransformation

Die *Agrobacterium*-vermittelte Pflanzentransformation kann unter Verwendung von Standard-Transformations- und Regenerations-
35 Techniken durchgeführt werden (Gelvin, Stanton B., Schilperoort, Robert A., Plant Molecular Biology Manual, 2. Aufl., Dordrecht: Kluwer Academic Publ., 1995, in Sect., Ringbuc Zentrale Signatur: BT11-P ISBN 0-7923-2731-4; Glick, Bernard R., Thompson, John E., Methods in Plant Molecular Biology and Biotechnology, Boca Raton:
40 CRC Press, 1993, 360 S., ISBN 0-8493-5164-2).

Beispielsweise kann Raps mittels Kotyledonen- oder Hypokotyl- transformation transformiert werden (Moloney et al., Plant Cell 8 (1989) 238-242; De Block et al., Plant Physiol. 91 (1989)
45 694-701). Die Verwendung von Antibiotika für die *Agrobacterium*- und Pflanzenselektion hängt von dem für die Transformation verwendeten binären Vektor und *Agrobacterium*-Stamm ab. Die

Rapssselektion wird gewöhnlich unter Verwendung von Kanamycin als selektierbarem Pflanzenmarker durchgeführt.

Der Agrobacterium-vermittelte Gentransfer in Lein (*Linum usitatissimum*) lässt sich unter Verwendung von beispielsweise einer von Mlynarova et al. (1994) Plant Cell Report 13:282-285 beschriebenen Technik durchführen.

Die Transformation von Soja kann unter Verwendung von beispielsweise einer in EP-A-0 0424 047 (Pioneer Hi-Bred International) oder in EP-A-0 0397 687, US 5,376,543, US 5,169,770 (University Toledo) beschriebenen Technik durchgeführt werden.

Die Pflanzentransformation unter Verwendung von Teilchenbeschuss, Polyethylenglycol-vermittelter DNA-Aufnahme oder über die Siliziumcarbonatfaser-Technik ist beispielsweise beschrieben von Freeling und Walbot "The maize handbook" (1993) ISBN 3-540-97826-7, Springer Verlag New York).

20 Beispiel 11: Plasmide für die Pflanzentransformation

Geeignete binäre Vektoren und Transformationsmarker
Zur Pflanzentransformation können binäre Vektoren, wie pBinAR (Höfgen und Willmitzer, Plant Science 66 (1990) 221-230) oder pGPTV (Becker et al. 1992, Plant Mol. Biol. 20:1195-1197) verwendet werden. Die Konstruktion der binären Vektoren kann durch Ligation der cDNA in Sense- oder Antisense-Orientierung in T-DNA erfolgen. 5' der cDNA aktiviert ein Pflanzenpromotor die Transkription der cDNA. Eine Polyadenylierungssequenz befindet sich 3' von der cDNA. Die binären Vektoren können unterschiedliche Markergene tragen. So kann etwa die Resistenz durch die Expression des nptII Markergens unter Kontrolle des 35S oder des nos Promoters erfolgen. Insbesondere kann das nptII-Markergen codierend für Kanamycin-Resistenz vermittelt durch Neomycinphosphotransferase gegen die herbizidresistente Form eines Acetolactat Synthasegens (AHAS oder ALS) ausgetauscht werden. Das ALS-Gen ist beschrieben in Ott et al., J. Mol. Biol. 1996, 263:359-360. Geeignet für manche Pflanzen ist auch die Verwendung des Hygromycin-Resistenz-Gens. Der v-ATPase-c1-Promotor kann in das Plasmid pBin19 oder pGPTV kloniert werden und durch Klonierung vor die kodierende Region des ALS Gens für die Markergenexpression genutzt werden. Der genannte v-ATPase-c1-Promotor entspricht einem 1153 Basenpaarfragment aus Beta vulgaris (Plant Mol Biol, 1999, 39:463-475). Der genannte nos Promoter Dabei können sowohl Sulphonylharnstoffe als auch Imidazolinone wie Imazethapyr oder Sulphonylharnstoffe als Antimetaboliten zur Selektion verwendet werden.

den. Alternativ kann auch der nos-Promoter für die Markergenexpression verwendet werden.

Beispiel 12: Ermittlung von geeigneten Promotoren für die
5 Expression in Lein

Die gewebespezifische Expression lässt sich unter Verwendung eines gewebespezifischen Promotors erzielen. Beispielsweise kann die samenspezifische Expression erreicht werden, indem der DC3-
10 oder der LeB4- oder der USP-Promotor oder der Phaseolin-Promotor 5' der cDNA einkloniert wird. Auch jedes andere samenspezifische Promotorelement wie z.B. der Napin- oder Arcelin Promotor (Goossens et al. 1999, Plant Phys. 120(4):1095-1103 und Gerhardt et al. 2000, Biochimica et Biophysica Acta 1490(1-2):87-98) kann
15 verwendet werden. Zur konstitutiven Expression in der ganzen Pflanze lässt sich der CaMV-35S-Promotor oder ein v-ATPase-cl Promotor verwenden.

Um die Eigenschaften des Promotors zu bestimmen und die essen-
20 tiellen Elemente desselben, die seine Gewebespezifität ausmachen, zu identifizieren, ist es erforderlich, den Promotor selbst oder verschiedene Fragmente desselben vor ein sogenanntes Reportergen zu setzen, das eine Bestimmung der Expressionsaktivität ermöglicht. Beispielhaft für ein Reportergen sei die bakterielle
25 β -Glucuronidase (GUS) genannt (Jefferson et al., EMBO J. 1987, 6, 3901-3907). Die β -Glucuronidase Aktivität kann *in-situ* mittels eines chromogenen Substrates wie 5-Bromo-4-Chloro-3-Indolyl- β -D-Glucuronsäure im Rahmen einer Aktivitätsfärbung bestimmt werden (Jefferson, 1987, Plant Molecular Biology Reporter 5,
30 387-405). Für die Untersuchungen der Gewebespezifität wird das pflanzliche Gewebe geschnitten, eingebettet, gefärbt und analysiert wie beschrieben (z.B. Bäumlein H et al., 1991 Mol Gen Genet 225: 121-128).

35 Fluorimetrischer GUS-Test (nach Montgomery et al., 1993)

Dieser Assay erlaubt eine quantitative Bestimmung der GUS-Aktivität in dem untersuchten Gewebe. Für die quantitative Aktivitätsbestimmung wird als Substrat für die β -Glucuronidase MUG (4-Me-
40 thyl-umbelliferyl-beta-D-glucuronid) verwendet, das in MU (Methyl-umbelliferon) und Glucuronsäure gespalten wird.

Dabei wird zunächst ein Proteinextrakt des gewünschten Gewebe hergestellt, dem dann das Substrat der GUS zugesetzt wird. Das
45 Substrat ist erst nach der Umsetzung durch GUS fluorimetrisch messbar. Zu verschiedenen Zeitpunkten werden Proben entnommen, die anschließend im Fluorimeter gemessen werden. Dieser Test

- wurde mit Leinembryonen verschiedener Altersstadien durchgeführt (21, 24 oder 30 Tage nach Beginn der Blüte, daf = days after flowering). Dazu wurde je ein Embryo in einem 2 ml-Reaktionsgefäß mit Hilfe einer Schwingmühle (Retsch MM 2000) in flüssigem Stickstoff zu Pulver zerrieben. Nach Zugabe von 100 ml EGL-Puffer wurde für 10 min bei 25°C und 14000 x g zentrifugiert. Der Überstand wurde abgenommen und ein zweites Mal zentrifugiert. Wieder wurde der Überstand in ein neues Reaktionsgefäß überführt und bis zur weiteren Verwendung auf Eis gehalten. Von diesem Proteinextrakt wurden 25 ml mit 65 ml EGL-Puffer (ohne DTT) versetzt und für den GUS-Assay eingesetzt. Nun wurden 10 ml des Substrates MUG (10 mM 4-Methyl-umbelliferyl- β -D-glucuronid) dazugegeben, vortex und sofort 30 ml als Nullwert entnommen und mit 470 ml Stopp-Puffer (0,2 M Na_2CO_3) versetzt. Dieser Vorgang wurde für alle Proben in einem Abstand von 30 s wiederholt. Die entnommenen Proben wurden bis zur Messung im Kühlschrank gelagert. Weitere Messwerte wurden nach 1 h und nach 2 h entnommen. Für die Messung im Fluorimeter wurde eine Eichreihe erstellt, die Konzentrationen von 0,1 mM bis 10 mM MU (4-Methyl-umbelliferon) enthielt. Waren die Probenwerte außerhalb dieser Konzentrationen, wurde weniger Proteinextrakt eingesetzt (10 ml, 1 ml, 1 ml aus 1:10 Verdünnung), und es wurden kürzere Zeitabstände gemessen (0 h, 30 min, 1 h). Die Messung erfolgte bei einer Excitation von 365 nm und einer Emission von 445 nm in einem Fluoroscanner II-Gerät (LabSystem). Alternativ kann die Substratspaltung unter alkalischen Bedingungen fluorometrisch verfolgt werden (Anregung bei 365 nm, Messung der Emission bei 455 nm; Spectrofluorimeter BMG Polarstar+) wie beschrieben in Bustos M.M. et al., 1989 Plant Cell 1:839-853. Alle Proben wurden einer Proteinkonzentrationsbestimmung nach Bradford (1976) unterzogen, um so eine Aussage über die Promotoraktivität und -stärke in verschiedenen Geweben und Pflanzen zu erlauben.

EGL-Puffer

- | | |
|----------|-------------------------|
| 35 0,1 M | KPO_4 , pH 7,8 |
| 1 mM | EDTA |
| 5 % | Glycerin |
| 1 M | DTT |

- 40 Als weitere Beispiele für Reportergene, die äquivalent benutzt werden können, seien beispielhaft das grün fluoreszierende Protein (GFP) und dessen Derivate genannt (C.Reichel et al. (1996) Proc.Natl.Acad.Sci.USA 93, 5888-5893 und J.Sheen et al., (1995) Plant Journal 8, 777-784) und verschiedene Luciferasen (A.Millar et al. (1992) Plant Mol. Biol. Reporter 10, 324-414). Die ent-

sprechenden Detektionsmethoden sind dem Fachmann bekannt und z.B. genannter Literatur beschrieben.

Beispiele für Promoter-Reportergen-Konstrukte für oben genannte
5 Promotoren sind im folgenden gegeben. Von diesen Promotoren können Fragmente mithilfe der Polymerasekettenreaktion isoliert und mit flankierenden Sequenzen nach Wahl auf Basis von synthetischen Oligonukleotiden maßgeschneidert werden.

10 Folgende Oligonukleotide können beispielsweise verwendet werden:

LeB4 vorne: GAAAGCTTCTCGAGTTATGCATTTCTT
LeB4 hinten: GGGTCTAGATCTGTGACTGTGATAG
DC3a vorne: AGTGGATCCCCGAGCTAACCACAAC
15 DC3a hinten: ATAAGCTTTTCTTTGCAGA
napinvorne: GAAAGCTTCTAATATGATAAACTCTG
napinhinten: GGGTCTAGAAACACATACAAACATCAC

Die Methoden sind dem Fachmann auf dem Gebiet bekannt und sind
20 allgemein literaturbekannt.

In einem ersten Schritt werden die Promotorfragmente über PCR amplifiziert, mit geeigneten Restriktionsenzymen geschnitten und in die obigen Kassetten einkloniert. Beispielsweise wird das
25 LeB4(700)-PCR-Fragment mit XbaI und HindIII geschnitten und in den Vektor pGPTV in die HindIII und XbaI-Schnittstellen 5' vor dem GUS Reportergen kloniert. Das PCR-amplifizierte DC3-Promoterfragment kann mit BamHI und HindIII geschnitten, z.B. in pBluescript (Stratagene) subkloniert und dann in pGPTV in geeignete
30 Schnittstellen vor das GUS-Reportergen kloniert werden.

Beispielsweise kann ein mit obigen Primern PCR-amplifiziertes napin-Promotorfragment mit einer Größe von 1055bp nach Verdau mit HindIII und XbaI in pGPTV vor das GUS Reportergen einkloniert
35 werden. Ein äquivalentes Konstrukt könnte ein Napin-Promoterfragment von 1100bp 5'-kloniert vor ein GUS Reportergen mit Intron mit in 3' Richtung nachfolgendem Nos-Terminator in einem pHL9000-Vektor (Hausmann & Töpfer, 1999) sein.

40 Unter Verwendung von oben beschriebenen oder äquivalenten Konstrukten nach Transformation in Lein der Sorte Flanders, läßt sich die GUS-Aktivität in transgenen Leinembryonen verschiedener Altersstadien messen, die mit einem der folgenden Konstrukte transformiert wurden: Napin-GUS, 35S-GUS, LeB4-GUS, USP-GUS. Die
45 Werte sind Mittelwerte aus ein bis fünf Messungen mit verschiede-

91

nen Proteinmengen. Pro Konstrukt wurden je drei Embryonen quantitativ analysiert.

In der quantitativen Analyse ergaben sich große Unterschiede zwischen den verschiedenen samenspezifischen Promotoren. Der Napin Promotor aus *Brassica napus* erwies sich als um zwei bis drei Zehnerpotenzen weniger aktiv als die beiden Promotoren aus *Vicia faba* (LeB4 und USP). Die GUS-Aktivität nahm in der Reihenfolge Napin, LeB4 und USP zu. Die Positivkontrolle 35S bewegte sich in ihrer Aktivität zwischen LeB4 und USP, wohingegen die Negativkontrolle, der nicht transformierte Wildtyp (Sorte Flanders), so gut wie keine Aktivität besaß. Die folgende Tabelle gibt die Mittelwerte der Aktivitäten in den einzelnen Altersstadien sowie gesamt für jedes Konstrukt wieder.

15 Tabelle 3.4: Übersicht über die mittleren GUS-Aktivitäten von Leinembryonen, transformiert mit verschiedenen GUS-Konstrukten. daf: Tage nach Beginn der Blüte.

20 Mit * markiert wurden Werte, die nur einer Messung zugrundeliegen.

25	GUS-Konstrukt	GUS-Aktivität [nmol/h/mg Protein]	GUS-Aktivität [nmol/h/mg Protein]	GUS-Aktivität [nmol/h/mg Protein]	GUS-Aktivität [nmol/h/mg Protein]	% vs. 35S
		Mittelwert 21 daf	Mittelwert 24 daf	Mittelwert 30 daf	Gesamtmittelwert	
30	Ohne	0,06	0,06	*0,02	0,05	0,0007
	35S	649,00	913,00	639,00	734,00	100,00
	Napin	7,70	5,70	3,70	5,70	0,80
	LeB4	1778,00	253,00	283,00	771,00	105,00
	USP	2843,00	3770,00	2107,00	2907,00	396,00

35

Beispiel 13: Plasmide für die Pflanzentransformation

Zur Pflanzentransformation können binäre Vektoren, wie pBinAR (Höfgen und Willmitzer, Plant Science 66 (1990) 221-230) oder pGPTV (Becker et al 1992, Plant Mol. Biol. 20:1195-1197) oder Derivate davon verwendet werden. Die Konstruktion der binären Vektoren kann durch Ligation der cDNA in Sense- oder Antisense-Orientierung in T-DNA erfolgen. 5' der cDNA aktiviert ein Pflanzenpromotor die Transkription der cDNA. Eine Polyadenylierungssequenz befindet sich 3' von der cDNA. Die binären Vektoren können unterschiedliche Markergene tragen. Insbesondere kann das nptII-Markergen codierend für Kanamycin-Resistenz vermittelt

durch Neomycinphosphotransferase gegen die herbizidresistente Form eines Acetolactat Synthasegens (Abkürzung: AHAS oder ALS) ausgetauscht werden. Das ALS-Gen ist beschrieben in Ott et al., J. Mol. Biol. 1996, 263:359-360. Der v-ATPase-cl-Promotor kann in
 15 das Plasmid pBin19 oder pGPTV kloniert werden und durch Klonierung vor das ALS Codierregion für die Markergenexpression genutzt werden. Der genannte Promotor entspricht einem 1153 Basenpaarfragment aus beta-Vulgaris (Plant Mol Biol, 1999, 39:463-475). Dabei können sowohl Sulphonylharnstoffe als auch Imidazolinone
 10 wie Imazethapyr oder Sulphonylharnstoffe als Antimetaboliten zur Selektion verwendet werden.

Die gewebespezifische Expression lässt sich unter Verwendung eines gewebespezifischen Promotors erzielen. Beispielsweise kann
 15 die samenspezifische Expression erreicht werden, indem der DC3- oder der LeB4- oder der USP-Promotor oder der Phaseolin-Promotor 5' der cDNA einkloniert wird. Auch jedes andere samenspezifische Promotorelement wie z.B. der Napin- oder Arcelin Promotor Goossens et al. 1999, Plant Phys. 120(4):1095-1103 und Gerhardt
 20 et al. 2000, Biochimica et Biophysica Acta 1490(1-2):87-98) kann verwendet werden. Zur konstitutiven Expression in der ganzen Pflanze lässt sich der CaMV-35S-Promotor oder ein v-ATPase C1 Promotor verwenden.

25 Insbesondere lassen sich Gene codierend für Desaturasen und Elongasen durch Konstruktion mehrerer Expressionskassetten hintereinander in einen binären Vektor klonieren, um den Stoffwechselweg in Pflanzen nachzubilden.

30 Innerhalb einer Expressionskassette kann das zu exprimierende Protein unter Verwendung eines Signalpeptids, beispielsweise für Plastiden, Mitochondrien oder das Endoplasmatische Retikulum, in ein zelluläres Kompartiment dirigiert werden (Kermode, Crit. Rev. Plant Sci. 15, 4 (1996) 285-423). Das Signalpeptid wird 5' im
 35 Leseraster mit der cDNA einkloniert, um die subzelluläre Lokalisierung des Fusionsprotein zu erreichen.

Beispiele für Multiexpressionskassetten sind im folgenden gegeben.

40

I.) Promotor-Terminator-Kassetten

Expressionskassetten bestehen aus wenigstens zwei funktionellen Einheiten wie einem Promotor und einem Terminator. Zwischen
 45 Promotor und Terminator können weitere gewünschte Gensequenzen wie Targetting-Sequenzen, Codierregionen von Genen oder Teilen davon etc. eingefügt werden. Zum Aufbau von Expressionskassetten

93

werden Promotoren und Terminatoren (USP Promotor: Baeumlein et al., Mol Gen Genet, 1991, 225 (3):459-67); OCS Terminator: Gielen et al. EMBO J. 3 (1984) 835ff.) mithilfe der Polymerasekettenreaktion isoliert und mit flankierenden Sequenzen nach Wahl auf Basis von synthetischen Oligonukleotiden maßgeschneidert.

- Folgende Oligonukleotide können beispielsweise verwendet werden:
- USP1 vorne: CCGGAATTCGGCGCGCCGAGCTCCTCGAGCAAATTTACACATTGCCA
 USP2 vorne: CCGGAATTCGGCGCGCCGAGCTCCTCGAGCAAATTTACACATTGCCA
 10 USP3 vorne: CCGGAATTCGGCGCGCCGAGCTCCTCGAGCAAATTTACACATTGCCA
 USP1 hinten: AAAACTGCAGGCGGCCGCCACCGCGGTGGGCTGGCTATGAAGAAATT
 USP2 hinten: CGCGGATCCGCTGGCTATGAAGAAATT
 USP3 hinten: TCCCCCGGGATCGATGCCGGCAGATCTGCTGGCTATGAAGAAATT
 OCS1 vorne: AAAACTGCAGTCTAGAAGGCCTCTGCTTTAATGAGATAT
 15 OCS2 vorne: CGCGGATCCGATATCGGGCCCGCTAGCGTTAACCCTGCTTTAATGAGATAT
 OCS3 vorne: TCCCCCGGGCCATGGCCTGCTTTAATGAGATAT
 OCS1 hinten: CCCAAGCTTGGCGCGCCGAGCTCGAATTCGTCGACGGACAATCAGTAAATTGA
 OCS2 hinten: CCCAAGCTTGGCGCGCCGAGCTCGAATTCGTCGACGGACAATCAGTAAATTGA
 OCS3 hinten: CCCAAGCTTGGCGCGCCGAGCTCGTCGACGGACAATCAGTAAATTGA

20

Die Methoden sind dem Fachmann auf dem Gebiet bekannt und sind allgemein literaturbekannt.

- In einem ersten Schritt werden ein Promotor und ein Terminator über PCR amplifiziert. Dann wird der Terminator in ein Empfängerplasmid kloniert und in einem zweiten Schritt der Promotor vor den Terminator inseriert. Mithin erhält man eine Expressionskassette auf einem Trägerplasmid. Auf Basis des Plasmides pUC19 werden die Plasmide pUT1, pUT2 und pUT3 erstellt.

30

- Die Konstrukte sind erfindungsgemäß in SEQ ID NO: 13, 14 und 15 definiert. Sie enthalten auf Basis von pUC19 den USP-Promotor und den OCS Terminator. Auf Basis dieser Plasmide wird das Konstrukt pUT12 erstellt, indem pUT1 mittels SalI/ScaI geschnitten wird und 35 pUT2 mittels XhoI/ScaI geschnitten wird. Die die Expressionskassetten enthaltenden Fragmente werden ligiert und in E. coli XLI blue MRF transformiert. Es wird nach Vereinzelung ampicillinresistenter Kolonien DNA präpariert und per Restriktionsanalyse solche Klone identifiziert, die zwei Expressionskassetten enthalten. Die XhoI/SalI Ligation kompatibler Enden hat dabei die 40 beiden Schnittstellen XhoI und SalI zwischen den Expressionskassetten eliminiert. Es resultiert das Plasmid pUT12, das in SEQ ID NO: 16 definiert ist. Anschließend wird pUT12 wiederum mittels Sal/ScaI geschnitten und pUT3 mittels XhoI/ScaI geschnitten. Die die Expressionskassetten enthaltenden Fragmente 45 werden ligiert und in E. coli XLI blue MRF transformiert. Es wird nach Vereinzelung ampicillinresistenter Kolonien DNA präpariert

und per Restriktionsanalyse solche Klone identifiziert, die drei Expressionskassetten enthalten. Auf diese Weise wird ein Set von Multiexpressionskassetten geschaffen, dass für die Insertion gewünschter DNA genutzt werden kann und in Tabelle 3 beschrieben wird und zudem noch weitere Expressionskassetten aufnehmen kann.

Diese enthalten folgende Elemente:

Tabelle 3

10

15

20

25

pUC19-Derivat	Schnittstellen vor dem USP Promotor	Multiple Klonierungs-Schnittstellen	Schnittstellen hinter dem OCS-Terminator
pUT1	EcoRI/AscI/ SacI/XhoI	BstXI/NotI/ PstI/XbaI/StuI	SalI/EcoRI/ SacI/AscI/ HindIII
pUT2	EcoRI/AscI/ SacI/XhoI	BamHI/EcoRV/ ApaI/NheI/ HpaI	SalI/EcoRI/ SacI/AscI/ HindIII
pUT3	EcoRI/AscI/ SacI/XhoI	BglII/NaeI/ ClaI/SmaI/NcoI	SalI/SacI/ AscI/HindIII
pUT12 Doppel-expressionskassette	EcoRI/AscI/ SacI/XhoI	BstXI/NotI/ PstI/XbaI/StuI Und BamHI/EcoRV/ ApaI/NheI/ HpaI	SalI/EcoRI/ SacI/AscI/ HindIII
pUT123 Tripel-expressionskassette	EcoRI/AscI/ SacI/XhoI	1.BstXI/NotI/ PstI/XbaI/StuI und 2.BamHI/EcoRV/ ApaI/NheI/ HpaI und 3.BglII/NaeI/ ClaI/SmaI/NcoI	SalI/SacI/AscI/HindIII

Weiterhin lassen sich wie beschrieben und wie in Tabelle 4 näher spezifiziert weitere Multiexpressionskassetten mithilfe des

- 30 i) USP-Promotors oder mithilfe des
- ii) ca. 700 Basenpaare 3'-Fragmentes des LeB4-Promotors oder mithilfe des
- iii) DC3-Promotors erzeugen und für samenspezifische Genexpression einsetzen.

35

Der DC3-Promotor ist beschrieben bei Thomas, Plant Cell 1996, 263:359-368 und besteht lediglich aus der Region -117 bis +27 weshalb er mithin einer der kleinsten bekannten samenspezifischen Promotoren darstellt.

40

Von diesen Promotoren können Fragmente mithilfe der Polymerasekettenreaktion isoliert und mit flankierenden Sequenzen nach Wahl auf Basis von synthetischen Oligonukleotiden maßgeschneidert werden.

45

Folgende Oligonukleotide können beispielsweise verwendet werden:

95

LeB4 vorne: GAAAGCTTCTCGAGTTATGCATTTCTT
 LeB4 hinten: GGGTCTAGATCTGTGACTGTGATAG
 DC3a vorne: CCGGAATTCGGCGCGCCGAGCTCCTCGAG
 DC3a hinten: CGCGGATCCTAGCTTTTCTTGGCAGATG

5

Die Methoden sind dem Fachmann auf dem Gebiet bekannt und sind allgemein literaturbekannt.

10 In einem ersten Schritt werden die Promotorfragmente über PCR amplifiziert, mit geeigneten Restriktionsenzymen geschnitten und in die obigen Kassetten einkloniert. Beispielsweise wird das LeB4(700)-PCR-Fragment mit XhoI und BglII geschnitten und in die XhoI und BglII-Schnittstellen des Plasmids pUT3 eingesetzt, um pLT3 zu erhalten.

15

Vorteilhafte Expressionskassetten enthalten auf Basis von pUC19 (Vieira und Messing (1982); Gene 19, 259), die SEQ ID NO: 32, den LeB4-Promotor und die Sequenzen SEQ ID NO: 33, SEQ ID NO: 34 oder SEQ ID NO: 35. Auf Basis dieser Plasmide wird das Konstrukt pLT12
 20 erstellt, indem pUT1 mittels SalI/ScaI geschnitten wird und pUT2 mittels XhoI/ScaI geschnitten wird. Die die Expressionskassetten enthaltenden Fragmente werden ligiert und in E. coli XLI blue MRF transformiert. Es wird nach Vereinzellung Ampicillin-resistenter Kolonien DNA präpariert und per Restriktionsanalyse solche Klone
 25 identifiziert, die zwei Expressionskassetten enthalten. Die XhoI/SalI Ligation kompatibler Enden hat dabei die beiden Schnittstellen XhoI und SalI zwischen den Expressionskassetten eliminiert. Es resultiert das Plasmid pUT12, das in SEQ ID NO: 16 definiert ist. Anschließend wird pUT12 wiederum mittels Sal/ScaI geschnit-
 30 ten und pUT3 mittels XhoI/ScaI geschnitten. Die die Expressionskassetten enthaltenden Fragmente werden ligiert und in E. coli XLI blue MRF transformiert. Es wird nach Vereinzellung Ampicillin-resistenter Kolonien DNA präpariert und per Restriktionsanalyse solche Klone identifiziert, die drei Expressionskassetten enthal-
 35 ten. Auf diese Weise wird eine Auswahl von Multiexpressionskassetten geschaffen, die für die Insertion gewünschter DNA genutzt werden kann und in Tabelle 3 beschrieben wird und zudem noch weitere Expressionskassetten aufnehmen kann.

40 Die Expressionskassetten können mehrfach den selben Promotor enthalten oder aber über drei verschiedene Promotoren aufgebaut werden.

Tabelle 4: Multiple Expressionskassetten

	Plasmidname des pUC19-Derivates	Schnittstellen vor dem jeweiligen Promotor	Multiple Klonierungs-Schnittstellen	Schnittstellen hinter dem OCS-Terminator
5	pUT1 (pUC19 mit USP-OCS1)	EcoRI/AscI/SacI/XhoI	(1) BstXI/NotI/PstI/ XbaI/StuI	SalI/EcoRI/SacI/AscI/HindIII
	pDCT (pUC19 mit DC3-OCS)	EcoRI/AscI/SacI/XhoI	(2) BamHI/EcoRV/ ApaI/NheI/HpaI	SalI/EcoRI/SacI/AscI/HindIII
10	pLeBT (pUC19-mit LeB4(700)-OCS)	EcoRI/AscI/SacI/XhoI	(3) BglII/NaeI/ ClaI/SmaI/NcoI	SalI/SacI/AscI/HindIII
	pUD12 (pUC 19 mit mit USP-OCS1 und mit DC3-OCS)	EcoRI/AscI/SacI/XhoI	(1) BstXI/NotI/ PstI/XbaI/StuI und (2) BamHI/EcoRV/ ApaI/NheI/HpaI	SalI/EcoRI/SacI/AscI/HindIII
15	pUDL123 Triple expression cassette (pUC19 mit USP/ DC3 und LeB4-700)	EcoRI/AscI/SacI/XhoI	(1) BstXI/NotI/ PstI/XbaI/StuI und (2) BamHI/ (EcoRV*)/ApaI/ NheI/HpaI und (3) BglII/NaeI/ ClaI/SmaI/NcoI	SalI/SacI/AscI/HindIII
20				

* EcoRV Schnittstelle schneidet im 700 Basenpaarfragment des LeB4 Promotors (LeB4-700)

25

Analog lassen sich weitere Promotoren für Multigenkonstrukte erzeugen insbesondere unter Verwendung des

30

a) 2,4 kB Fragmentes des LeB4-Promotors (Bäumlein et al., 1991: Mol.Gen.Genet. 225,121-128) oder mithilfe des

b) Phaseolin-Promotors (Bustos et al. (1989) Plant Cell 1,839-853) oder mithilfe des

35

c) konstitutiven v-ATPase c1-Promotors.

40

Es kann insbesondere wünschenswert sein, weitere besonders geeignete Promotoren zum Aufbau samenspezifischer Multiexpressionskassetten wie z.B. eines der Fragmente des Napin-Promotors (Stalberg et al., 1993: Plant Mol.Biol.23,671-683) oder den Arcelin-5 Promotor (A.Goossens et al., 1999: plant Physiol. 120,1095-1104) zu verwenden.

45

97

- ii) Erstellung von Expressionskonstrukten in pUC19- oder pGPTV Derivaten, die Promotor und Terminator erhalten und in Kombination mit gewünschten Gensequenzen zur PUFA Gen-expression in pflanzlichen Expressionskassetten enthalten.

- 5 Multiexpressionskassetten können mittels AscI direkt von pUC19-Derivaten aus Tabelle 3 in den Vektor pGPTV+AscI (siehe iii.)) über die AscI Schnittstelle inseriert werden und stehen zur Inserierung von Zielgenen zur Verfügung. Die entsprechenden
- 10 Genkonstrukte (pBUT1 ist in SEQUENZ ID NO: 20, pBUT2 ist in SEQUENZ ID NO: 21, pBUT 3 ist in SEQUENZ ID NO: 22, pBUT12 ist in SEQUENZ ID NO: 22 und pBUT123 ist in SEQUENZ ID NO: 24 dargestellt) stehen erfindungsgemäß als Kit zur Verfügung. Alternativ können Gensequenzen in die pUC19 basierten
- 15 Expressionskassetten inseriert werden und als AscI Fragment in pGPTV+AscI eingesetzt werden.

- In pUT12 wird zunächst über BstXI und XbaI die D-6-Elongase Pp_PSE1 in die erste Kassette inseriert. Dann wird die
- 20 D-6-Desaturase aus Moos (Pp_des6) über BamHI/NaeI in die zweite Kassette inseriert. Es entsteht das Konstrukt pUT-ED. Das AscI Fragment aus dem Plasmid pUT-ED wird in den mit AscI geschnittenen Vektor pGPTV+AscI inseriert und die Orientierung des inserierten Fragmentes mittels Restriktion oder Sequenzierung
- 25 ermittelt. Es entsteht das Plasmid pB-DHGLA, dessen vollständige Sequenz in SEQUENZ ID NO. 25 dargestellt ist. Die Codierregion der Physcomitrella delta 6 Elongase ist in SEQUENZ ID NO. 26 dargestellt, die der delta 6 Desaturase aus Physcomitrella in SEQUENZ ID NO: 27.

- 30 In pUT123 wird zunächst über BstXI und XbaI die Δ-6-Elongase Pp_PSE1 in die erste Kassette inseriert. Dann wird die Δ-6-Desaturase aus Moos (Pp_des6) über BamHI/NaeI in die zweite Kassette inseriert und schließlich die Δ-5-Desaturase
- 35 aus Phaeodactylum (Pt_des5) über BglII in die dritte Kassette inseriert. Das Dreifachkonstrukt erhält den Namen pARA1. Unter Berücksichtigung sequenzspezifischer Restriktionsschnittstellen können weitere Expressionskassetten gemäß Tabelle 5 mit der Bezeichnung pARA2, pARA3 und pARA4 erstellt werden.

- 40 Das AscI Fragment aus dem Plasmid pARA1 wird in den mit AscI geschnittenen Vektor pGPTV+AscI inseriert und die Orientierung des inserierten Fragmentes mittels Restriktion oder Sequenzierung ermittelt. Die vollständige Sequenz des resultierenden Plasmides
- 45 pBARA1 ist in SEQUENZ ID NO. 28 dargestellt. Die Codierregion der Physcomitrella delta 6 Elongase ist in SEQUENZ ID NO. 29 dargestellt, die der delta 6 Desaturase aus Physcomitrella

98

in SEQUENZ ID NO: 30 und die der delta-5 Desaturase aus *Phaeodactylum tricornutum* in SEQUENZ ID NO: 31.

Tabelle 5: Kombinationen von Desaturasen und Elongasen

5

10

	Gen Plasmid	Δ -6-Desaturase	Δ -5-Desaturase	Δ -6-Elongase
1	PÜT-ED	Pp_des6	---	Pp_PSE1
2	pARA1	Pt_des6	Pt_des5	Pp_PSE1
3	pARA2	Pt_des6	Ce_des5	Pp_PSE1
4	pARA3	Pt_des6	Ce_des5	Pp_PSE1
5	pARA4	Ce_des6	Ce_des5	Ce_PSE1
6	PBDHGLA	Pt_des6	---	Pp_PSE1
7	PBARAI	Pt_des6	Pt_des5	Pp_PSE1

- 15 Plasmide 1 bis 5 sind pUC Derivate, Plasmide 6 bis 7 sind binäre Pflanzentransformationsvektoren

Pp = *Physcomitrella patens*, Pt = *Phaeodactylum tricornutum*

Pp_PSE1 entspricht der Sequenz aus SEQ ID NO: 9.

- 20 PSE = PUFA spezifische Δ -6-Elongase

Ce_des5 = Δ -5-Desaturase aus *Caenorhabditis elegans* (Genbank Acc. Nr. AF078796)

Ce_des6 = Δ -6-Desaturase aus *Caenorhabditis elegans* (Genbank Acc. Nr. AF031477, Basen 11-1342)

- 25 Ce_PSE1 = Δ -6-Elongase aus *Caenorhabditis elegans* (Genbank Acc. Nr. AF244356, Basen 1-867)

- 30 Auch weitere Desaturasen oder Elongasegensequenzen können in Expressionskassetten beschriebener Art inseriert werden wie z.B. Genbank Acc. Nr. AF231981, NM_013402, AF206662, AF268031, AF226273, AF110510 oder AF110509.

- 35 iii) Transfer von Expressionskassetten in Vektoren zur Transformation von *Agrobacterium tumefaciens* und zur Transformation von Pflanzen

- 40 Chimäre Genkonstrukte auf Basis der in pUC19 beschriebenen können mittels AscI in den binären Vektor pGPTV inseriert. Die multiple Klonierungssequenz wird zu diesem Zweck um eine AscI Schnittstelle erweitert. Zu diesem Zweck wird der Polylinker als zwei doppelsträngige Oligonukleotide neu synthetisiert, wobei eine zusätzliche AscI DNA Sequenz eingefügt wird. Das Oligonukleotid wird mittels EcoRI und HindIII in den Vektor pGPTV inseriert. Es entsteht das Plasmid pGPTV+AscI. Die notwendigen Kloniertechniken sind dem Fachmann bekannt und können einfach wie in Beispiel 1
- 45 beschrieben nachgelesen werden.

Beispiel 14: *In vivo*-Mutagenese

Die *in vivo*-Mutagenese von Mikroorganismen kann mittels Passage der Plasmid- (oder einer anderen Vektor-) DNA durch *E. coli* oder andere Mikroorganismen (z.B. *Bacillus* spp. oder Hefen, wie *Saccharomyces cerevisiae*), bei denen die Fähigkeiten, die Unversehrtheit ihrer genetischen Information aufrechtzuerhalten, gestört ist, erfolgen. Übliche Mutator-Stämme haben Mutationen in den Genen für das DNA-Reparatursystem (z.B. *mutHLS*, *mutD*, *mutT* usw.; als Literaturstelle siehe Rupp, W.D. (1996) DNA repair mechanisms, in: *Escherichia coli* and *Salmonella*, S. 2277-2294, ASM: Washington). Diese Stämme sind dem Fachmann bekannt. Die Verwendung dieser Stämme ist beispielsweise in Greener, A., und Callahan, M. (1994) *Strategies* 7:32-34, erläutert. Der Transfer mutierter DNA-Moleküle in Pflanzen erfolgt vorzugsweise nach Selektion und Test der Mikroorganismen. Transgene Pflanzen werden nach verschiedenen Beispielen im Beispielteil dieses Dokumentes erzeugt.

20 Beispiel 15: Untersuchung der Expression eines rekombinanten Genproduktes in einem transformierten Organismus

Die Aktivität eines rekombinanten Genproduktes im transformierten Wirtsorganismus kann auf der Transkriptions- und/oder der Translationsebene gemessen werden.

Ein geeignetes Verfahren zur Bestimmung der Menge an Transkription des Gens (ein Hinweis auf die Menge an RNA, die für die Translation des Genproduktes zur Verfügung steht) ist die Durchführung eines Northern-Blots wie unten ausgeführt (als Bezugsstelle siehe Ausubel et al. (1988) *Current Protocols in Molecular Biology*, Wiley: New York, oder den oben erwähnten Beispielteil), wobei ein Primer, der so gestaltet ist, dass er an das Gen von Interesse bindet, mit einer nachweisbaren Markierung (gewöhnlich radioaktiv oder chemilumineszent) markiert wird, so dass, wenn die Gesamt-RNA einer Kultur des Organismus extrahiert, auf einem Gel aufgetrennt, auf eine stabile Matrix transferiert und mit dieser Sonde inkubiert wird, die Bindung und das Ausmaß der Bindung der Sonde das Vorliegen und auch die Menge der mRNA für dieses Gen anzeigt. Diese Information zeigt den Grad der Transkription des transformierten Gens an. Zelluläre Gesamt-RNA kann aus Zellen, Geweben oder Organen mit mehreren Verfahren, die alle im Fachgebiet bekannt sind, wie zum Beispiel das von Bormann, E.R., et al. (1992) *Mol. Microbiol.* 6:317-326 beschriebene, präpariert werden.

Northern-Hybridisierung

Für die RNA-Hybridisierung wurden 20 µg Gesamt-RNA oder 1 µg poly(A)⁺-RNA mittels Gelelektrophorese in Agarosegelen mit einer Stärke von 1,25 % unter Verwendung von Formaldehyd, wie beschrieben in Amasino (1986, Anal. Biochem. 152, 304) aufgetrennt, mittels Kapillaranziehung unter Verwendung von 10 x SSC auf positiv geladene Nylonmembranen (Hybond N+, Amersham, Braunschweig) übertragen, mittels UV-Licht immobilisiert und 3 Stunden bei 68°C unter Verwendung von Hybridisierungspuffer (10 % Dextransulfat Gew./Vol., 1 M NaCl, 1 % SDS, 100 mg Heringssperma-DNA) vorhybridisiert. Die Markierung der DNA-Sonde mit dem Highprime DNA labeling-Kit (Roche, Mannheim, Deutschland) erfolgte während der Vorhybridisierung unter Verwendung von alpha-³²P-dCTP (Amersham, Braunschweig, Deutschland). Die Hybridisierung wurde nach Zugabe der markierten DNA-Sonde im gleichen Puffer bei 68°C über Nacht durchgeführt. Die Waschschriffe wurden zweimal für 15 min unter Verwendung von 2 X SSC und zweimal für 30 min unter Verwendung von 1 X SSC, 1 % SDS, bei 68°C durchgeführt. Die Exposition der verschlossenen Filter wurde bei -70°C für einen Zeitraum von 1 bis 14 T durchgeführt.

Zur Untersuchung des Vorliegens oder der relativen Menge an von dieser mRNA translatiertem Protein können Standardtechniken, wie
25 ein Western-Blot, eingesetzt werden (siehe beispielsweise Ausubel et al. (1988) Current Protocols in Molecular Biology, Wiley: New York). Bei diesem Verfahren werden die zellulären Gesamt-Proteine extrahiert, mittels Gelelektrophorese aufgetrennt, auf eine Matrix, wie Nitrozellulose, übertragen und mit einer
30 Sonde, wie einem Antikörper, der spezifisch an das gewünschte Protein bindet, inkubiert. Diese Sonde ist gewöhnlich mit einer chemilumineszenten oder kolorimetrischen Markierung versehen, die sich leicht nachweisen lässt. Das Vorliegen und die Menge der beobachteten Markierung zeigt das Vorliegen und die Menge des
35 gewünschten, in der Zelle vorliegenden mutierten Proteins an.

Beispiel 16: Analyse der Auswirkung der rekombinanten Proteine auf die Produktion des gewünschten Produktes

40 Die Auswirkung der genetischen Modifikation in Pflanzen, Pilzen, Algen, Ciliaten oder auf die Produktion einer gewünschten Verbindung (wie einer Fettsäure) kann bestimmt werden, indem die modifizierten Mikroorganismen oder die modifizierte Pflanze unter geeigneten Bedingungen (wie den vorstehend beschriebenen) 45 gezüchtet werden und das Medium und/oder die zellulären Komponenten auf die erhöhte Produktion des gewünschten Produktes (d.h. von Lipiden oder einer Fettsäure) untersucht wird. Diese Analyse-

101

- techniken sind dem Fachmann bekannt und umfassen Spektroskopie, Dünnschichtchromatographie, Färbeverfahren verschiedener Art, enzymatische und mikrobiologische Verfahren sowie analytische Chromatographie, wie Hochleistungs-Flüssigkeitschromatographie
- 5 (siehe beispielsweise Ullman, Encyclopedia of Industrial Chemistry, Bd. A2, S. 89-90 und S. 443-613, VCH: Weinheim (1985); Fallon, A., et al., (1987) "Applications of HPLC in Biochemistry" in: Laboratory Techniques in Biochemistry and Molecular Biology, Bd. 17; Rehm et al. (1993) Biotechnology, Bd. 3, Kapitel III:
- 10 "Product recovery and purification", S. 469-714, VCH: Weinheim; Belter, P.A., et al. (1988) Bioseparations: downstream processing for Biotechnology, John Wiley and Sons; Kennedy, J.F., und Cabral, J.M.S. (1992) Recovery processes for biological Materials, John Wiley and Sons; Shaeiwitz, J.A., und Henry, J.D. (1988)
- 15 Biochemical Separations, in: Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Bd. B3; Kapitel 11, S. 1-27, VCH: Weinheim; und Dechow, F.J. (1989) Separation and purification techniques in biotechnology, Noyes Publications).
- 20 Neben den oben erwähnten Verfahren werden Pflanzenlipide aus Pflanzenmaterial wie von Cahoon et al. (1999) Proc. Natl. Acad. Sci. USA 96 (22):12935-12940, und Browse et al. (1986) Analytic Biochemistry 152:141-145, beschrieben extrahiert. Die qualitative und quantitative Lipid- oder Fettsäureanalyse ist beschrieben
- 25 bei Christie, William W., Advances in Lipid Methodology, Ayr/Scotland: Oily Press (Oily Press Lipid Library; 2); Christie, William W., Gas Chromatography and Lipids. A Practical Guide - Ayr, Scotland: Oily Press, 1989, Repr. 1992, IX, 307 S. (Oily Press Lipid Library; 1); "Progress in Lipid Research, Oxford: Pergamon Press, 1 (1952) - 16 (1977) u.d.T.: Progress in the
- 30 Chemistry of Fats and Other Lipids CODEN.

- Zusätzlich zur Messung des Endproduktes der Fermentation ist es auch möglich, andere Komponenten der Stoffwechselwege zu analysieren, die zur Produktion der gewünschten Verbindung verwendet
- 35 werden, wie Zwischen- und Nebenprodukte, um die Gesamteffizienz der Produktion der Verbindung zu bestimmen. Die Analyseverfahren umfassen Messungen der Nährstoffmengen im Medium (z.B. Zucker, Kohlenwasserstoffe, Stickstoffquellen, Phosphat und andere
- 40 Ionen), Messungen der Biomassezusammensetzung und des Wachstums, Analyse der Produktion üblicher Metabolite von Biosynthesewegen und Messungen von Gasen, die während der Fermentation erzeugt werden. Standardverfahren für diese Messungen sind in Applied Microbial Physiology; A Practical Approach, P.M. Rhodes und P.F.
- 45 Stanbury, Hrsgb., IRL Press, S. 103-129; 131-163 und 165-192

(ISBN: 0199635773) und darin angegebenen Literaturstellen beschrieben.

Ein Beispiel ist die Analyse von Fettsäuren (Abkürzungen: FAME, 5 Fettsäuremethylester; GC-MS, Gas-Flüssigkeitschromatographie-Massenspektrometrie; TAG, Triacylglycerin; TLC, Dünnschichtchromatographie).

Der unzweideutige Nachweis für das Vorliegen von Fettsäure-
10 produkten kann mittels Analyse rekombinanter Organismen nach Standard-Analyseverfahren erhalten werden: GC, GC-MS oder TLC, wie verschiedentlich beschrieben von Christie und den Literaturstellen darin (1997, in: Advances on Lipid Methodology, Vierte Aufl.: Christie, Oily Press, Dundee, 119-169; 1998, Gaschromato-
15 graphie-Massenspektrometrie-Verfahren, Lipide 33:343-353).

Das zu analysierende Material kann durch Ultraschallbehandlung, Mahlen in der Glasmühle, flüssigen Stickstoff und Mahlen oder über andere anwendbare Verfahren aufgebrochen werden. Das
20 Material muss nach dem Aufbrechen zentrifugiert werden. Das Sediment wird in Aqua dest. resuspendiert, 10 min bei 100°C erhitzt, auf Eis abgekühlt und erneut zentrifugiert, gefolgt von Extraktion in 0,5 M Schwefelsäure in Methanol mit 2 % Dimethoxypropan für 1 Std. bei 90°C, was zu hydrolysierten Öl-
25 und Lipidverbindungen führt, die transmethylierte Lipide ergeben. Diese Fettsäuremethylester werden in Petrolether extrahiert und schließlich einer GC-Analyse unter Verwendung einer Kapillarsäule (Chrompack, WCOT Fused Silica, CP-Wax-52 CB, 25 mikrom, 0,32 mm) bei einem Temperaturgradienten zwischen 170°C und 240°C für 20 min
30 und 5 min bei 240°C unterworfen. Die Identität der erhaltenen Fettsäuremethylester muss unter Verwendung von Standards, die aus kommerziellen Quellen erhältlich sind (d.h. Sigma), definiert werden.

35 Bei Fettsäuren, für die keine Standards verfügbar sind, muss die Identität über Derivatisierung und anschließende GC-MS-Analyse gezeigt werden. Beispielsweise muss die Lokalisierung von Fettsäuren mit Dreifachbindung über GC-MS nach Derivatisierung mit 4,4-Dimethoxyoxazolin-Derivaten (Christie, 1998, siehe oben)
40 gezeigt werden.

Expressionskonstrukte in heterologen mikrobiellen Systemen

Stämme, Wachstumsbedingungen und Plasmide

- 5 Der *Escherichia coli*-Stamm XL1 Blue MRF' kan (Stratagene) wurde zur Subklonierung der neuen Desaturase pPDesaturase1 aus *Physcomitrella patens* verwendet. Für die funktionelle Expression dieses Gens verwendeten wir den *Saccharomyces cerevisiae*-Stamm INVSc 1 (Invitrogen Co.). *E. coli* wurde in Luria-Bertini-Brühe (LB, Duchefa, Haarlem, Niederlande) bei 37°C kultiviert. Wenn nötig,
- 10 wurde Ampicillin (100 mg/Liter) zugegeben, und 1,5 % Agar (Gew./Vol.) wurde für feste LB-Medien hinzugefügt. *S. cerevisiae* wurde bei 30°C entweder in YPG-Medium oder in komplettem Minimalmedium ohne Uracil (CMDm; siehe in: Ausubel, F.M., Brent, R., Kingston, R.E., Moore, D.D., Seidman, J.G., Smith, J.A., Struhl, K., Albright, L.B., Coen, D.M., und Varki, A. (1995) Current Protocols in Molecular Biology, John Wiley & Sons, New York) mit entweder 2 % (Gew./Vol.) Raffinose oder Glucose kultiviert. Für feste Medien wurden 2 % (Gew./Vol.) Bacto™-Agar (Difco)
- 20 hinzugefügt. Die zur Klonierung und Expression verwendeten Plasmide sind pUC18 (Pharmacia) und pYES2 (Invitrogen Co.).

Beispiel 17: Klonierung und Expression PUFA-spezifischer Desaturasen aus *Phaeodactylum tricornutum*

- 25 Für die Expression in Hefe wurden die *Phaeodactylum tricornutum* -cDNA-Klone aus Seq ID NO: 1, 3, 5 oder 11 bzw. die Sequenzen aus SEQ ID NO: 7 oder 9 bzw. andere gewünschte Sequenzen zuerst so modifiziert, dass lediglich die Codierregion mittels Polymerase
- 30 Kettenreaktion unter Zuhilfenahme zweier Oligonukleotide amplifiziert werden. Dabei wurde darauf geachtet, dass eine Konsensussequenz vor dem Startcodon zur effizienten Translation eingehalten wurde. Entweder wurde hierzu die Basenfolge ATA oder AAA gewählt und vor das ATG in die Sequenz eingefügt (Kozak, M.
- 35 (1986) Point mutations define a sequence flanking the AUG initiator codon that modulates translation by eukaryotic ribosomes, Cell 44, 283-292). Vor diesem Konsensustriplett wurde zusätzlich eine Restriktionsschnittstelle eingeführt, die kompatibel sein muss zur Schnittstelle des Zielvektors,
- 40 in den das Fragment kloniert werden soll und mit dessen Hilfe die Genexpression in Mikroorganismen oder Pflanzen erfolgen soll.

104

Die PCR-Reaktion wurde mit Plasmid-DNA als Matrize in einem Thermocycler (Biometra) mit der Pfu-DNA-(Stratagene) Polymerase und dem folgenden Temperaturprogramm durchgeführt: 3 min bei 96°C, gefolgt von 30 Zyklen mit 30 s bei 96°C, 30 s bei 55°C und 2 min bei 72°C, 1 Zyklus mit 10 min bei 72°C und Stop bei 4°C. Die Anlagerungstemperatur wurde je nach gewählten Oligonukleotiden variiert. Pro Kilobasenpaare DNA ist von einer Synthesezeit von etwa einer Minute auszugehen. Weitere Parameter, die Einfluss auf die PCR haben wie z.B. Mg-Ionen, Salz, DNA Polymerase etc., sind dem Fachmann auf dem Gebiet geläufig und können nach Bedarf variiert werden.

Die korrekte Größe des amplifizierten DNA-Fragments wurde mittels Agarose-TBE-Gelelektrophorese bestätigt. Die amplifizierte DNA wurde aus dem Gel mit dem QIAquick-Gelextraktionskit (QIAGEN) extrahiert und in die SmaI-Restriktionsstelle des dephosphorylierten Vektors pUC18 unter Verwendung des Sure Clone Ligations Kit (Pharmacia) ligiert, wobei die pUC-Derivate erhalten wurden. Nach der Transformation von E. coli XL1 Blue MRF' kan wurde eine DNA-Minipräparation (Riggs, M.G., & McLachlan, A. (1986) A simplified screening procedure for large numbers of plasmid minipreparation. BioTechniques 4, 310-313) an ampicillinresistenten Transformanden durchgeführt, und positive Klone mittels BamHI-Restriktionsanalyse identifiziert. Die Sequenz des klonierten PCR-Produktes wurde mittels Resequenzierung unter Verwendung des ABI PRISM Big Dye Terminator Cycle Sequencing Ready Reaction Kit (Perkin-Elmer, Weiterstadt) bestätigt.

Δ5 Acyl Lipid desaturase, Pt_des5

30 Primer 1 GAG CTC ACA TAA TGG CTC CGG ATG CGG ATA AGC
Primer 2 CTC GAG TTA CGC CCG TCC GGT CAA GGG

Das PCR-Fragment (1428bp) wurde mithilfe des Sure Clone Kit (Pharmacia) in pUC 18 kloniert, das inserierte Fragment SacI/XhoI verdaut und das Fragment mithilfe entsprechender Restriktionsschnittstellen in pYES2 oder pYES6 inseriert.

Δ6 Acyl Lipid desaturase, Pt_des6

Primer 3 GGA TCC ACA TAA TGG GCA AAG GAG GGG ACG CTC GGG
40 Primer 4 CTC GAG TTA CAT GGC GGG TCC ATC GGG

Das PCR-Fragment (1451 bp) wurde mithilfe des Sure Clone Kit (Pharmacia) in pUC 18 kloniert, das inserierte Fragment BamHI/XhoI verdaut und das Fragment mithilfe entsprechender Restriktionsschnittstellen in pYES2 oder pYES6 inseriert.

105

$\Delta 12$ Acyl Lipid desaturase, Pt_des12

Primer 5 GGA TCC ACA TAA TGG TTC GCT TTT CAA CAG CC

Primer 6 CTC GAG TTA TTC GCT CGA TAA TTT GC

5 $\Delta 12$ Acyl Lipid desaturase, Pt_des12.2

Primer 7 GGA TCC ACA TAA TGG GTA AGG GAG GTC AAC G

Primer 8 CTC GAG TCA TGC GGC TTT GTT TCG C

- Das PCR Fragment (1505bp) wurde mithilfe des Sure Clone
 10 Kit (Pharmacia) in pUC 18 kloniert, das inserierte Fragment
 BamHI/XhoI verdaut und das Fragment mithilfe entsprechender
 Restriktionsschnittstellen in pYES2 oder pYES6 inseriert.

- Die Plasmid-DNA wurde mit Restriktionsenzym/en passend zur
 15 eingeführten Schnittstelle der Primersequenz gespalten und
 das erhaltene Fragment in die kompatiblen Restriktionsstellen
 des dephosphorylierten Hefe-E. coli-Shuttlevektors pYES2 oder
 pYES6 ligiert, wobei pYES-Derivate erhalten werden. Nach der
 Transformation von E. coli und DNA-Minipräparation aus den
 20 Transformanden wurde die Orientierung des DNA-Fragments im
 Vektor durch geeignete Restriktionsspaltung oder Sequenzierung
 überprüft. Ein Klon wurde für die DNA-Maxipräparation mit dem
 Nucleobond® AX 500 Plasmid-DNA-Extraktionskit (Macherey-Nagel,
 Düringen) angezogen.

- 25 *Saccharomyces cerevisiae* INVSc1 wurde mit den pYES-Derivaten
 und pYES Leervektor mittels eines PEG/Lithiumacetat-Protokolls
 transformiert (Ausubel et al., 1995). Nach der Selektion
 auf CMdum-Agarplatten mit 2 % Glucose wurden pYES-Derivate-
 30 Transformanden und eine pYES2-Transformande zur weiteren Anzucht
 und funktionellen Expression ausgewählt. Bei pYES6-Derivaten
 wurde Blasticidin als Antimetabolit verwendet. Im Fall von
 Coexpressionen auf Basis von pYES2 und pYES6 wurde auf Minimal-
 medium mit Blasticidin selektiert.

- 35 Funktionelle Expression einer Desaturaseaktivität in Hefe

Vorkultur

- 40 20 ml CMdum-Flüssigmedium ohne Uracil aber mit 2 % (Gew./Vol.)
 Raffinose wurden mit den transgenen Hefeklonen (pYES2) angeimpft
 und 3 Tage bei 30°C, 200 rpm gezüchtet, bis eine optische Dichte
 bei 600 nm (OD₆₀₀) von 1,5 bis 2 erreicht wurde. Wurde als Vektor
 pYES6 verwendet, so wurde zusätzlich auf Blasticidin als Anti-
 45 metabolit selektioniert.

Hauptkultur

Für die Expression wurden 20 ml CMDum-Flüssigmedium ohne Uracil aber mit 2 % Raffinose und 1 % (Vol./Vol.) Tergitol NP-40

- 5 mit Fettsäuresubstraten auf eine Endkonzentration von 0,003 % (Gew./Vol.) angereichert. Die Medien wurden mit den Vorkulturen auf eine OD₆₀₀ von 0,05 angeimpft. Die Expression wurde bei einer OD₆₀₀ von 0,2 mit 2 % (Gew./Vol.) Galaktose für 16 Std. induziert, wonach die Kulturen eine OD₆₀₀ von 0,8-1,2 geerntet wurden.

10

Fettsäureanalyse

Die Gesamt-Fettsäuren wurden aus Hefekulturen extrahiert und mittels Gaschromatographie analysiert. Davon wurden Zellen von 5

15 ml Kultur mittels Zentrifugation (1000 x g, 10 min, 4°C) geerntet und einmal mit 100 mM NaHCO₃, pH 8,0, gewaschen, um restliches Medium und Fettsäuren zu entfernen. Zur Herstellung des Fettsäuremethylester (FAMES oder Singular FAME) wurden die Zellsedimente mit 1 M methanolischer H₂SO₄ und 2 % (Vol./Vol.)

- 20 Dimethoxypropan für 1 Std. bei 80°C behandelt. Die FAMES wurden zweimal mit 2 ml Petrolether extrahiert, einmal mit 100 mM NaHCO₃, pH 8,0, und einmal mit destilliertem Wasser gewaschen und mit Na₂SO₄ getrocknet. Das organische Lösungsmittel wurde unter einem Argonstrom verdampft, und die FAMES wurden in 50 mikrol Petrolether gelöst. Die Proben wurden auf einer ZEBRON-ZB-Wax-Kapillarsäule (30 m, 0,32 mm, 0,25 mikro m; Phenomenex) in einem Hewlett Packard-6850-Gaschromatograph mit einem Flammenionisationsdetektor aufgetrennt. Die Ofentemperatur wurde von 70°C (1 min halten) bis 200°C mit einer Rate von 20°C/min, dann auf 250°C
- 25 (5 min halten) mit einer Rate von 5°C/min und schließlich auf 260°C mit einer Rate von 5°C/min programmiert. Stickstoff wurde als Trägergas verwendet (4,5 ml/min bei 70°C). Die Fettsäuren wurden durch Vergleich mit Retentionszeiten von FAME-Standards (SIGMA) identifiziert.

35

Expressionsanalyse

Die Verhältnisse der zugegebenen und aufgenommenen Fettsäuresubstrate wurden ermittelt und so Quantität und Qualität der

40 Desaturasereaktion gemäß Tabelle 6, Tabelle 7 und Tabelle 8 erfasst.

Ergebnis der Expression einer *Phaeodactylum tricornutum* Δ-6-Acyl Lipid Desaturase in Hefe:

45

107

Tabelle 6

	Fettsäure	pYes2	pYes2-Ptd6 gefüttert mit		
			-	+18:2	+18:3
5	16:0	13,3	18,9	28,4	16,7
	16:1Δ9	45,4	44,7	12,5	16,9
	16:2Δ6,9	-	4,3	-	-
	18:0	4,9	6,3	10,4	9,1
	18:1Δ9	36,4	24,1	6,8	11,8
10	18:2Δ6,9	-	1,8	-	-
	18:2Δ9,12	-	-	33,4	-
	18:3Δ6,12,15	-	-	4,9	-
	18:3Δ9,12,15	-	-	-	43,1
	18:4Δ6,9,12,15	-	-	-	2,3

15 Die Angaben stellen Mol-% entsprechender cis-Fettsäuren dar.

Ergebnis der Expression einer Phaeodactylum tricornutum Δ-5-Acyl Lipid Desaturase in Hefe:

20 Tabelle 7

	Fett-säure	pYES2		pYES_PtD5-Konstrukt gefüttert mit						
		Leer	Kon-trolle	18:2	18:3	20:1 Δ8	-20:1 Δ11	20:2 Δ11,14	20:3 Ω3	20:3 Ω6
25	16:0Δ	16,9	20,4	27,7	24,4	16,2	21	17,6	19,5	22,8
	16:1Δ9	44,7	44,1	13,2	9,6	37,4	39,4	38,3	36,9	30,7
	18:0	6,1	6,9	10,54	9,8	4,7	7,9	6,3	6,8	8,2
	18:1Δ9	31,72	28,1	8,77	6	15	26	29,5	25,6	21,1
	18:2Δ5,9		0,17	0	0	0	0,09	0,21	0,09	9
30	18:2Δ9,12	-		39,7	-	-	-	-	-	-
	18:3Δ9,12,15	-			49,9	--	-	-	-	-
	20:1Δ8	-			-	25,5	-	-	-	-
	20:1Δ11	-			-	-	5,41	-	-	-
	20:2Δ5,11	-			-	-	0,21	-	-	-
35	20:2Δ11,14	-			-	-	-	6,48	-	-
	20:3Δ5,11,14	-			-	-	-	0,76	-	-
	20:3Δ11,14,17	-			-	-	-	-	9,83	-
	20:3Δ8,11,14	-			-	-	-	-	-	13,69
	20:4Δ5,11,14,17	-			-	-	-	-	1,16	-
40	20:4Δ5,8,11,14	-			-	-	-	-	-	3,08

Die Angaben stellen Mol-% Fettsäuren von cis-Fettsäuren dar.

108

Aus weiteren Fütterungsversuchen wurde gefunden, dass C18:1 Δ 9 in der Anwesenheit von C18:2 Δ 9,11 oder C18:3 Δ 9,12,15 oder C20:1 Δ 8 Fettsäuren nicht desaturiert wurde während in Anwesenheit von C20:1 Δ 11, C20:2 Δ 11,14 und C20:3 Δ 8,11,14 auch C18:1 desaturiert 5 wird. Ebenfalls keine Desaturierung erfolgte in Anwesenheit von C20:3 Δ 8,11,14.

Bei Nutzung des Protease-defizienten Hefestammes C13BYS86 (Kunze I. et al., Biochemica et Biophysica Acta (1999) 1410:287-298) für 10 die Expression der Δ -5-Desaturase aus *Phaeodactylum tricornutum* auf Vollmedium mit Blastocidin wurde gefunden, dass C20:4 Δ 8,11,14,17 als Substrat der Δ -5-Desaturase mit 20 % Umsatzrate ebenso gut umgesetzt wurde wie C20:3 Δ 8,11,14. Alternativ können auch die Auxotrophiemarker leu2, ura3 oder his für Genexpression 15 genutzt werden.

In einem weiteren Coexpressionsexperiment von Δ -5 Desaturase aus *Phaeodactylum* und Δ -6 Elongase aus *Physcomitrella* wurde der Stamm UTL7A (Warnecke et al., J. Biol. Chem. (1999) 20 274(19):13048-13059) benutzt, wobei die Δ -5 Desaturase ca 10 % C20:3 Δ 8,11,14 zu C20:4 Δ 5,8,11,14 umsetzte.

Weitere Fütterungsexperimente mit verschiedensten anderen Fettsäuren allein oder in Kombination (z.B. Linolsäure, 20:3 25 Δ -5,11,14-Fettsäure, alpha- oder gamma Linolensäure, Stearidonsäure, Arachidonsäure, Eicosapentaensäure etc.) können zur detaillierteren Bestätigung der Substratspezifität und -Selektivität dieser Desaturasen durchgeführt werden.

30 Tabelle 8: Ergebnis der Coexpression einer *Phaeodactylum tricornutum* Δ -5-Acyl Lipid Desaturase und einer Δ -6 Elongase aus Moos in Hefe auf Basis der Expressionsvektoren pYes2 und pYes6

35	pYes2-Elo		pYes2-Elo and pYes6-Ptd5	
	+18:3	+18:4	+18:3	+18:4
16:0	15,0	14,8	15,6	15,1
16:1 Δ 9	27,7	29,2	27,5	29,0
18:0	5,6	6,3	5,7	6,4
40 18:1 Δ 9	17,1	30,8	27,4	31,6
18:3 Δ 6,9,12	7,60	-	7,8	-
18:4 Δ 6,9,12,15	-	6,71	-	6,4
20:3 Δ 8,11,14	15,92	-	13,55	-
45 20:4 Δ 5,8,11,14	-	-	1,31	-
20:4 Δ 8,11,14,17	-	11,4	-	10,31
20:5 Δ 5,8,11,14,17	-	-	-	0,53

Aus den Substratumsetzungen geht hervor, dass die verwendete Δ -5-Desaturase aus *Phaeodactylum* und die Δ -6-Elongase aus *Physcomitrella patens* bzgl. der Substrataktivität und insbesondere der Substratspezifität geeignet sind, um Arachidon-
5 säure bzw. Eicosapentaensäure mithilfe erfindungsgemäßer Sequenzen zu produzieren.

Die Fragmentierungsmuster und Massenspektren von DMOX-Derivaten von Standards als auch den Peakfraktionen per GC identifizierter
10 Fettsäuren der in Tabelle 6, 7 und 8 aufgeführten, zeigen vergleichsweise identische Ergebnisse, wodurch die jeweilige Position der Doppelbindung über die bloße GC-Detektion hinaus abgesichert wurde.

15 Beispiel 18: Reinigung des gewünschten Produktes aus transformierten Organismen

Die Gewinnung des gewünschten Produktes aus Pflanzenmaterial oder Pilzen, Algen, Ciliaten, tierischen Zellen oder aus dem Überstand
20 der vorstehend beschriebenen Kulturen kann durch verschiedene, im Fachgebiet bekannte Verfahren erfolgen. Wird das gewünschte Produkt nicht aus den Zellen sezerniert, können die Zellen aus der Kultur durch langsame Zentrifugation geerntet werden, die Zellen können durch Standardtechniken, wie mechanische Kraft oder
25 Ultraschallbehandlung, lysiert werden. Organe von Pflanzen können mechanisch von anderem Gewebe oder anderen Organen getrennt werden. Nach der Homogenisation werden die Zelltrümmer durch Zentrifugation entfernt, und die Überstandsfraction, welche die löslichen Proteine enthält, wird zur weiteren Reinigung
30 der gewünschten Verbindung aufbewahrt. Wird das Produkt aus gewünschten Zellen sezerniert, werden die Zellen durch langsame Zentrifugation aus der Kultur entfernt, und die Überstandsfraction wird zur weiteren Reinigung aufbewahrt.

35 Die Überstandsfraction aus jedem Reinigungsverfahren wird einer Chromatographie mit einem geeigneten Harz unterworfen, wobei das gewünschte Molekül entweder auf dem Chromatographieharz zurückgehalten wird, viele Verunreinigungen in der Probe jedoch nicht, oder die Verunreinigungen auf dem Harz zurückbleiben, die Probe
40 hingegen nicht. Diese Chromatographieschritte können wenn nötig wiederholt werden, wobei die gleichen oder andere Chromatographieharze verwendet werden. Der Fachmann ist in der Auswahl geeigneter Chromatographieharze und ihrer wirksamsten Anwendung für ein bestimmtes zu reinigendes Molekül bewandert. Das
45 gereinigte Produkt kann durch Filtration oder Ultrafiltration konzentriert und bei einer Temperatur aufbewahrt werden, bei der die Stabilität des Produktes maximal ist.

110

Im Fachgebiet ist ein breites Spektrum an Reinigungsverfahren bekannt, und das vorstehende Reinigungsverfahren soll nicht beschränkend sein. Diese Reinigungsverfahren sind zum Beispiel beschrieben in Bailey, J.E., & Ollis, D.F., Biochemical
5 Engineering Fundamentals, McGraw-Hill: New York (1986).

Die Identität und Reinheit der isolierten Verbindungen kann durch Standardtechniken des Fachgebiets bestimmt werden. Dazu gehören Hochleistungs-Flüssigkeitschromatographie (HPLC), spektro-
10 skopische Verfahren, Färbeverfahren, Dünnschichtchromatographie, insbesondere Dünnschichtchromatographie und Flammenionisationsdetektion (IATROSCAN, Iatron, Tokio, Japan), NIRS, Enzymtest oder mikrobiologisch. Eine Übersicht über diese Analyseverfahren siehe in: Patek et al. (1994) Appl. Environ. Microbiol. 60:133-140;
15 Malakhova et al. (1996) Biotekhnologiya 11:27-32; und Schmidt et al. (1998) Bioprocess Engineer. 19:67-70. Ulmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry (1996) Bd. A27, VCH: Weinheim, S. 89-90, S. 521-540, S. 540-547, S. 559-566, 575-581 und S. 581-587; Michal, G (1999) Biochemical Pathways: An Atlas of Biochemistry
20 and Molecular Biology, John Wiley and Sons; Fallon, A., et al. (1987) Applications of HPLC in Biochemistry in: Laboratory Techniques in Biochemistry and Molecular Biology, Bd. 17.

Äquivalente

25

Der Fachmann erkennt oder kann viele Äquivalente der hier beschriebenen erfindungsgemäßen spezifischen Ausführungsformen feststellen, indem er lediglich Routineexperimente verwendet. Diese Äquivalente sollen von den Patentansprüchen umfasst sein.

30

35

40

45

Patentansprüche

1. Expressionskassette mit einer Struktur ausgewählt aus der Gruppe:
- a) L1 - Promotor - Strukturgen - L2,
- b) L1 - Promotor - Strukturgen - L2 - L1 - Promotor - Strukturgen - L2,
- c) L1 - Promotor - Strukturgen - L2 - L1 - Promotor - Strukturgen - L2 - L1 - Promotor - Strukturgen - L2,
- wobei L1, L2, Promotor und Strukturgen die folgende Bedeutung hat:
- L1 = SEQ ID NO: 32 oder eine äquivalente Restriktionsschnittstellen enthaltende Sequenz,
- L2 = unabhängig voneinander SEQ ID NO: 33, 34 oder 35 oder äquivalente Restriktionsschnittstellen enthaltende Sequenzen,
- Promotor = pflanzlicher Promotor
- Strukturgen = eine in Pflanzen exprimierbare Nukleinsäuresequenz.
2. Expressionskassette nach Anspruch 1, wobei das Strukturgen ein Biosynthesegen ist.
3. Expressionskassette nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Strukturgen ein Biosynthesegen des Lipid- oder Fettsäurestoffwechsels ist.
4. Expressionskassette nach den Ansprüchen 1 bis 3, wobei das Strukturgen ein pflanzliches Gen ist.

Zeichn.

112

5. Expressionskassette nach den Ansprüche 1 bis 4, wobei das Gen eine Nukleinsäuresequenz ist, die für Proteine ausgewählt aus der Gruppe :
- 5 Acyl-CoA-Dehydrogenase(n), Acyl-ACP[= acyl carrier protein]-Desaturase(n), Acyl-ACP-Thioesterase(n), Fettsäure-Acyl-Transferase(n), Fettsäure-Synthase(n), Fettsäure-Hydroxylase(n), Acetyl-Coenzym A-Carboxylase(n), Acyl-Coenzym A-Oxidase(n), Fettsäure-Desaturase(n), Fettsäure-Acetylenasen, Lipoxxygenasen, Triacylglycerol-Lipasen,
- 10 Allenoxid-Synthasen, Hydroperoxid-Lyasen oder Fettsäure-Elongase(n), kodiert.
6. Expressionskassette nach den Ansprüche 1 bis 5, wobei das Gen eine Nukleinsäuresequenz ausgewählt aus der Gruppe ist:
- 15 a) einer Nukleinsäuresequenz mit der in SEQ ID NO: 1, SEQ ID NO: 3, SEQ ID NO: 5 oder SEQ ID NO: 11 dargestellten Sequenz,
- 20 b) Nukleinsäuresequenzen, die aufgrund des degenerierten genetischen Codes durch Rückübersetzung der in SEQ ID NO: 2, SEQ ID NO: 4, SEQ ID NO: 6 oder SEQ ID NO: 12 dargestellten Aminosäuresequenzen erhalten werden,
- 25 c) Derivate der in SEQ ID NO: 1, SEQ ID NO: 3, SEQ ID NO: 5 oder SEQ ID NO: 11 dargestellten Nukleinsäuresequenz, die für Polypeptide mit der in SEQ ID NO: 2, SEQ ID NO: 4, SEQ ID NO: 6 oder SEQ ID NO: 12 dargestellten Aminosäuresequenzen codieren und mindestens 50 % Homologie auf
- 30 Aminosäureebene aufweisen, ohne daß die enzymatische Wirkung der Polypeptide wesentlich reduziert ist.
7. Verwendung von Expressionskassetten gemäß den Ansprüchen 1 bis 6 in einem Verfahren zur Herstellung von Fettsäureestern mit einem erhöhtem Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren mit mindestens zwei Doppelbindungen dadurch gekennzeichnet, daß man die Expressionskassette in einen Fettsäureester produzierenden Organismus einbringt, anzieht und die in dem Or-
- 40 ganismus enthaltenen Fettsäureester isoliert.
8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei die durch das Verfahren hergestellten Fettsäureester mehrfach ungesättigte C₁₈-, C₂₀- oder C₂₂-Fettsäuremoleküle mit mindestens zwei Doppelbindungen
- 45 im Fettsäureester enthalten.

113

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, wobei die C₁₈-, C₂₀- oder C₂₂-Fettsäuremoleküle aus dem Organismus in Form eines Öls, Lipids isoliert werden.
- 5 10. Verfahren nach den Ansprüchen 7 bis 9, wobei der Organismus eine transgene Pflanze ist.
11. Verfahren nach den Ansprüchen 7 bis 10, wobei die Fettsäure-ester C₁₈-, C₂₀- oder C₂₂-Fettsäuren mit drei, vier oder fünf
10 Doppelbindungen im Fettsäureester enthalten.
12. Verfahren nach den Ansprüchen 7 bis 11, dadurch gekenn-zeichnet, daß man die in den Fettsäureestern enthaltenden mehrfach ungesättigten Fettsäuren freisetzt.
- 15 13. Vektor enthaltend eine Expressionskassette gemäß den Ansprü-chen 1 bis 6.
14. Organismus enthaltend mindestens eine Expressionskassette ge-mäß den Ansprüchen 1 bis 6 oder mindestens einen Vektor gemäß
20 Anspruch 13.
15. Organismus nach Anspruch 14, wobei es sich bei dem Organismus um eine Pflanze handelt.
- 25 16. Transgene Pflanze enthaltend eine funktionelle oder nicht funktionelle Nukleinsäuresequenz in einer Expressionskassette gemäß den Ansprüchen 1 bis 6.
- 30 17. Verwendung einer einer Expressionskassette gemäß den Ansprü-chen 1 bis 6 zur Herstellung von transgenen Pflanzen.

35

40

45

Figur 1: Polypeptidvergleich der Codierregionen von Pp_des 6 (obere Reihe) mit der EST-Sequenz von PT001078032R (untere Reihe)

```

398 WKPLVWMAVTELMMSGMLLGFVFLSHNGMEVYNSSKEFVSAQI-----VSTR 444
    W+      + + +      + L +F LSHN      + S+      +A +      V T
430 WRVFGNIMLMGVAESLALAVLFSLSHN----FESADRDPTAPLKKTGEPVDWFKTQVETS 263
445 DIKGNIFNDWFTGGLNRQIEHHLFPTMPRHNLNKIAPRVEVFCKKHGLVY 494
    G      + FTGGLN Q+EHHLP M      IAP+V      C KHG+ Y
262 CTYGGFLSGCFTGGLNFQVEHHLFPRMSSAWYXYIAPKVREICAKHGVHY 113

```

Figur 2: Polypeptidvergleich von Codierregionen der Ma_des12 (obere Sequenz) mit PT001070010R

```

105 GVWVLAHECGHQSFSTSKTLNN 126
    G WVLAHECGH +FS +++L +
533 GFWVLAHECGHGAFSKNRSLOD 598

```

Figur 2a: Polypeptidvergleich von Codierregionen der Ma_des12 (obere Sequenz) mit PT001072031R

```

117 SFSTSKTLNNTVGVWILHSMMLVPYHSWRISHSKHH 151
    ++S S+T N+ VG+I+H LLVPY +W+ +H+KHH
465 AYSDSQTFNDVVGFIHVHQAALLVPYFAWQYTHAKHH 569

```

Figur 3: Polypeptidvergleich von Codierregionen eines PCR Produktes aus Primerpaar F6a und R4a2 codierend für ein Desaturase Fragment (obere Reihe) aus *Phaodactylum* mit der Sequenz T36617 aus *Streptomyces coelicolor* (untere Reihe)

```

1  WWKNKHNGHHAVPNLHCSSAVAQDGDPDIDTMPLLAWSVQQAQSYRELQADGKDSGLVKF 60
    WW++KH  HHA PN      +D DPDI  LL WS  QA++      +GL +
114 WWQDKHTRHHANPN-----TEDLDPDIGP-DLLVWSPDQARAA-----TGLPRL 156
61  MIRNQSYFYFPILLARLSWLNESFKCAFGGLGAASENAALELKAKGLQYPLLEKAGILLH 120
    + R Q++ +FP+L L      E F      G A  N  L+ +A      L+ A +L H
157 LGRWQAFLLFFPLLTL-----EGFNLHVASGRAMANRRLKRRRA-----LDGALLLAH 202
121 YAWMLTVSSGFGXXXXXXXXXXXXXXXXXCGFLLAIVFGLGHNGMATYNADARPDFWKLQ 180
    A LT  F      G L  F  H GM  AD RPDF + Q
203 CAVYLTAL--FWVLPPGMAIAFLAVHQCLFGVYLGSAPNHNKGPILTADDRPDFLRRQ 260
181 VTTTRNVTGGHGFPAFVDWFCGGLQYQVDHHLFPS 216
    V T+RNV GG      F D  GGL +Q++HHLFPS
261 VLTSRNVNGG-----LFTDLALGGLNHQIEHHLFPS 291

```

51 KRLTSKKRVSESAAVQCISAEVQRNSSTQGTAEALAESVVKPTRRRSSQW 100
1MGKGGDARASKG 12
101 KKSTHPLS..EVAVHNKPSDCWIVVKNKVYDVSNFADHPGGSVISTYFG 148
13 STAARKISWQEVKTHASPEDAWIIHSNKVYDVSNW.HEHPGGAVIFTHAG 61
149 RDGTDVFSSFHAASTWKILQDFYIGDV..ERVEPTPELL...KDFREMRA 193
62 DDMTDIFAAFHAPGSQSLMKKFYIGELLPETTGKEPQQIAFEKGYRDLRS 111
194 LFLREQLFKSSKLYYVMKLLTNVAIFAASIAIICWSKTISAVLASACMMA 243
112 KLIMMGFMFKSNKWVYVYKCLSNMAIWAAACALVFYSRDFVWHLASAVMLG 161
244 LCFQQCGWLSHDFLHNQVFETRWLNEVVGyvIGNAVLGFSTGWWKEKHNL 293
162 TFFQQSGWLAHDFLHHQVFTKRKHGDLGGLFWGNLMOGYSVQWWKNKHNG 211
294 HHAAPN.ECDQTY.QPIDEDIDTLPLIAWS.....KDILATVENKTFL 334
212 HHAVPNLHCSSAVAQDGDPDIDTMPLLAWSVQQAQSYRELQADGKDSGLV 261
335 R.ILQYQHLFFMGLLFFARGSWLFWSWR.....YTSTAVLSPVDR... 373
262 KFMIRNQSYFYFPILLARLSWLNESFKCAFGGLGAASENAALELKAKGLQ 311
374 ..LLEKGTVLPHYFWFVGTA.C.YLLPGWKPLVWMAVTELMS.GMLLGFVF 419
312 YPLLEKAGILLHYAWMLTVSSGGRFSFAYTAFYFLTATASCGFLLAIVF 361
420 VLSHNGMEVYNSS..KEFVSAQIVSTRDIK.....NIFNDWFTGGLNRQ 462
362 GLGHNGMATYNADARPDFWKLQVTTTRNVTGGHGFPQAFVDWFCGGLQYQ 411
463 IEHHLFPTMPRHNLNKIAPRVEVFCKKHGLVYEDVSIATGTCKVLKALKE 512
412 VDHHLFPSLPRHNLAKTHALVESFCKEWGVQYHEADLVDGTMEVLHHLGS 461
513 VAEAAAEQHATTS.... 525
462 VAGEFVVDFVRDGPAM. 477

Figur 5: Polypeptidvergleich von Codierregionen aus Pp_des6 (obere Reihe) verglichen mit Pt_des5 (untere Reihe)

```

51 KRLTSKKRVSESAAVQCISAEVQRNSSTQGTAEALAESVVKPTRRRSSQW 100
      :| | .|...
1 .....MAPDADKLRQRQTAV 16

101 KKSTHPLSEVAVHNKPSDC.....WIVVKNKVYDVSNFADEHPGGSVIS 144
      | | .: : : :||. | :||| |
17 AK..HNAATISTQERLCSSLKGEEVCIDGIIYDLQSF..DHPGGETIK 62

145 TYFGRDGTDFSSFHAASTWKILQDF.YIGDVERVEPTPELLKDF.REM. 191
      : | | | : | | | : :| | . :| ||.
63 MFGGNDVTVQYKMIHPYHTEKHLEKMKRVGKVTDVFVCEYKFDTEFEREIK 112

192 RALFLREQLFKS.SKLYYVMKLLTNVAIFAASIAIICWSKT.ISAVLASA 239
      | .| . | : : :||| | | | .|| |
113 REVFKIVRRGKDFGTLGWFFRAFCYIAIF..FYLYQYHWVTGTSWLLAVA 160

240 CMMALCFQQCGWLSHDFLHNQVFETRWLNEVVGYVIGNAVLGFSTGWWKE 289
      .. . || | . |.:..| :| :| | |.
161 YGISQAMIGMN.VQHDANHGATSKRPWVNDMLG..LGADFIGGSKWLWQE 207

290 KHNLHHAAPNECDQTYQPIDEDIDTLPLIAWSKDILATVENKTFLRILQY 339
      .| ||| | : | : |::.. | :|. | :
208 QHWHTHAYTNHAEM..DP..DSFGAEPMLLFN.DYPLDHPARTWLH..RF 250

340 QHLFFMGLLFFARGSWLFWWR.....YTSTAVLS...PVDRLLEKGTVL 381
      | |:| .| | | . || .|
251 QAFFYMPVL...AGYWLSAVFNPQILDLOQRGALSVGIRLDNAFIHSRRK 297

382 FHYFW...FVG....TACYLLPG....WKPLVWMAVTELMMSGMLLGFFV 420
      : || :: | | |: . . : | .|
298 YAVFWRAVYIAVNVIAPFYTNSGLEWSWRVFGNIMLMGVAESLALAVLFS 347

421 LSHN.....GMEVYNSSKEFVSAQIVSTRDIKGNIFNDWFTGGLN 460
      |||| .. :. || | | . |||||
348 LSHNFESADRDPTAPLKKTGEFVDWFKTQ.VETSCTYGGFLSGCFTGGLN 396

461 RQIEHHLFPTMPRHNLNKIAPRVEVFCKKHGLVYEDVS.IATGTCKVLKA 509
      |:||||| | ||:| | |||. | :
397 FQVEHHLFPRMSSAWYPYIAPKVVREICAKHGVHYAYYPWIHQNFLSTVRY 446

510 LKEVAEAAA.EQHATTS..... 525
      : | | | . |
447 MHAAGTGANWRQMARENPLTGRA. 469

```

Figur 6: Polypeptidvergleich von Codierregionen der Δ -12-Desaturase aus *Mortierella alpina* (Ma_des12) obere Reihe mit der homologen Sequenz aus *Phaeodactylum tricornutum* (Pt_des12) in der unteren Reihe

```

40 KEIRECIPAHCFERSGLRGLCHVAIDLTWASLL..FLAATQIDKFE..NP 85
   |::|  ||  |||   : | :..: |  :|  . |  :  :  ||
107 KDLRAVIPKDCFEPDTAKSLGYLSVS.TMGTILCSVVGANLLSVLDPSNP 155

   .
86 LIRYLAWPVYWIMQGIVCTGVWVLAHECGHQSFSSTKLTNNVTGWILHSM 135
   |  :  |  |  .  |  |  |.|||||||  .||  :..|  .  ||::||.
156 L.TWPLWAAYGAVTGTVMAGLWVLAHECGHGAFSKNRSLODAVGYYIIHSI 204

   .
136 LLVPYHSWRISHSKHHKATGHMTKDQVFVPKTRSQVGLPPKENAAAQVE 185
   :|||  ||.  ||.  ||.  |  ||  :  ||  .  |  |  .  |  |
205 MLVPYFSWQRSHAVHHQYTNHMELGETHVPDRADKEG....EKSLALRQF 250

   .
186 EDMSVHLDEEAPIVTLFWMVIQFLFGWPAYLIMNASGQDYGRWTSHFHTY 235
   |  |.  :  :  |||||:  |.  |.  ||:
251 MLDSFGKDKGMKAYGGLQSFHLHIVGWPAYLLIGATGGPDRGMTNHFYP. 299

   .
236 SPIFEP....RNFF.....DIIISDLGVLAALGALIYASMQLSLLTVTK 275
   .|:  |  :  |  :  ||::|  |.  |||  .  |  |
300 NPLSTPTQPKKELFPGNWKEKVYQSDIGIAAVVGALIAWTATSGLAPVMA 349

   .
276 YYIVPYLFEVNFVLVLITFLQHTDPKLPHYREGAWNFORGALCTVDRSFGK 325
   |  |  :  :|  |||  |.  ||||  .||:  ||  :|||  |:|  :  |
350 LYGGPLIVINAWLVLYTWLQHTDTPHFSSDNHNFVKGALHTIDRPYDK 399

   .
326 .....FLDHMFHGIVHTHVAHHLFSQMPFYHAEETATYHLKKLLGEYYVYD 370
   :|  :  |  |  |||||  |.  |  |  :  ||  :|  |.  ||
400 LDPWGIIDFLHHKIGTTHVAHHFDSTIPHYKAQIATDAIKAKFPEVYLYD 449

   .
371 PSPIVVAVWRSFRECRFVEDQGDVVFFK 398
   |.  ||  |.  ||  :  |  ||  .||  .|
450 PTPIPQAMWRVAKGCTAVEQRGDAWVWK 477

```

Figur 7: Polypeptidvergleich von Codierregionen der Δ -12-Desaturase aus *Mortierella alpina* (Ma_des12) obere Reihe mit der homologen Sequenz aus *Phaeodactylum tri-cornutum* Klon PT001072031R (Pt_des12.2) in der unteren Reihe.

```

22 NSAKPAFERNYQLPEFTIKEIRECIPAHCFERSGLRGLCHVAIDL TWASL 71
   .| | . . :|| | :|| ||:|| :. || |.
33 SSYNPLAKDSPERP..TKGQIKAVIPKECFQRSAFWSTFYLMRDLAMAAA 80

72 LFLAATQIDKFENP.....LIRYLAWPVYWIMQGI VCTGVWVLAHECGH 115
   .|: : | | | | | | | | | | | | | | | |
81 FCYGTSQVLSTDLPQDATLILPWALGWGVYAFWMGTILTGPWVVAHECGH 130

116 QSFSTSKTLNNTVGWILHSM L LVPYHSWRISHSKHHKATGHMTKDQVFVP 165
   .:| |. | . |||. | | |||| |. .|. |||: | |: : ||
131 GAYSDSQTFNDVVG FIVHQALLVPYFAWQYTHAKHHRRTNHLVDGESHPV 180

166 KTRSQVGLPP..KENAAAVQEEDMSVHLDEEAPIVTLFWMVIQFLFGWP 213
   | || | . |. | | | : | | | | |||
181 STAKDNGLGPHNERNNSFYAAWHEAMG....DGAFVAVFQVWS..HLFVGWP 224

214 AYLI.MNASGQ..DYGRW.....TSHFHTYSPIFEPRNFFDIIISDLG 253
   || : ..|. | | | | | | | | | | : | : |
225 LYLAGLASTGKLAHEGWLEERNAIADHFRPSSPMFPAKIRAKIALSSAT 274

254 VLAALGALIYASMQLSLLTVTKYYIVPYLFVNFVLVLITFLQHTDPKLP 303
   || | |:| |. | | :| || ||| |||| |. ||||| :||
275 ELAVLAGLLYVGTVGHLPVLLWYWGPTYTFVNAWLVLVLTWLQHTDPSIPH 324

304 YREGAWNFORGALCTVDRSFGKFLDHMFHGI VHTHVAHHLFSQMPFYHAE 353
   | || | . :||| |:|| :| | | | | | | | | | :|||. |
325 YGEGEWTWVKGALSTIDRDYGIF.DFFHHTIGSTHV VVHHLFHEMPWYNAG 373

354 EATYHLKKLLGE..YYVYDPSPIVVAVWRSFRECRFVEDQGDVVFFK 398
   || .|. | | |||. | |. || | | :|| | :||
374 IATQKVKEFLEPQGLYNDPTFPWKAMWRIARTCHYVESNEGVQYFK 420

```

SEQUENZPROTOKOLL

<110> BASF Plant Science GmbH

<120> Verfahren zur Expression von Biosynthesegenen in pflanzlichen Samen unter Verwendung von neuen multiplene Expressionskonstrukten

<130> 2000_904

<140> 2000_904

<141> 2000-12-22

<160> 35

<170> PatentIn Vers. 2.0

<210> 1

<211> 1652

<212> DNA

<213> Phaeodactylum tricornutum

<220>

<221> CDS

<222> (115)..(1524)

<400> 1
gacccaacaa acccaacaat cccaacaatc ccatcaacag gaattgggtt tcgttgagtc 60
aataattgct agaatccaaa cagacagaca gagaccaacc gcattctatta caga atg 117
Met
1
gct ccg gat gcg gat aag ctt cga caa cgc cag acg act gcg gta gcg 165
Ala Pro Asp Ala Asp Lys Leu Arg Gln Arg Gln Thr Thr Ala Val Ala
5 10 15
aag cac aat gct gct acc ata tcg acg cag gaa cgc ctt tgc agt ctg 213
Lys His Asn Ala Ala Thr Ile Ser Thr Gln Glu Arg Leu Cys Ser Leu
20 25 30
tct tcg ctc aaa ggc gaa gaa gtc tgc atc gac gga atc atc tat gac 261
Ser Ser Leu Lys Gly Glu Glu Val Cys Ile Asp Gly Ile Ile Tyr Asp
35 40 45
ctc caa tca ttc gat cat ccc ggg ggt gaa acg atc aaa atg ttt ggt 309
Leu Gln Ser Phe Asp His Pro Gly Gly Glu Thr Ile Lys Met Phe Gly
50 55 60 65
ggc aac gat gtc act gta cag tac aag atg att cac ccg tac cat acc 357
Gly Asn Asp Val Thr Val Gln Tyr Lys Met Ile His Pro Tyr His Thr
70 75 80
gag aag cat ttg gaa aag atg aag cgt gtc ggc aag gtg acg gat ttc 405
Glu Lys His Leu Glu Lys Met Lys Arg Val Gly Lys Val Thr Asp Phe
85 90 95
gtc tgc gag tac aag ttc gat acc gaa ttt gaa cgc gaa atc aaa cga 453

Val	Cys	Glu	Tyr	Lys	Phe	Asp	Thr	Glu	Phe	Glu	Arg	Glu	Ile	Lys	Arg		
		100					105					110					
gaa	gtc	ttc	aag	att	gtg	cga	cga	ggc	aag	gat	ttc	ggg	act	ttg	gga	501	
Glu	Val	Phe	Lys	Ile	Val	Arg	Arg	Gly	Lys	Asp	Phe	Gly	Thr	Leu	Gly		
	115					120					125						
tgg	ttc	ttc	cgt	gcg	ttt	tgc	tac	att	gcc	att	ttc	ttc	tac	ctg	cag	549	
Trp	Phe	Phe	Arg	Ala	Phe	Cys	Tyr	Ile	Ala	Ile	Phe	Phe	Tyr	Leu	Gln		
130					135					140					145		
tac	cat	tgg	gtc	acc	acg	gga	acc	tct	tgg	ctg	ctg	gcc	gtg	gcc	tac	597	
Tyr	His	Trp	Val	Thr	Thr	Gly	Thr	Ser	Trp	Leu	Leu	Ala	Val	Ala	Tyr		
				150					155					160			
gga	atc	tcc	caa	gcg	atg	att	ggc	atg	aat	gtc	cag	cac	gat	gcc	aac	645	
Gly	Ile	Ser	Gln	Ala	Met	Ile	Gly	Met	Asn	Val	Gln	His	Asp	Ala	Asn		
			165					170					175				
cac	ggg	gcc	acc	tcc	aag	cgt	ccc	tgg	gtc	aac	gac	atg	cta	ggc	ctc	693	
His	Gly	Ala	Thr	Ser	Lys	Arg	Pro	Trp	Val	Asn	Asp	Met	Leu	Gly	Leu		
		180					185					190					
ggt	gcg	gat	ttt	att	ggt	ggt	tcc	aag	tgg	ctc	tgg	cag	gaa	caa	cac	741	
Gly	Ala	Asp	Phe	Ile	Gly	Gly	Ser	Lys	Trp	Leu	Trp	Gln	Glu	Gln	His		
	195					200					205						
tgg	acc	cac	cac	gct	tac	acc	aat	cac	gcc	gag	atg	gat	ccc	gat	agc	789	
Trp	Thr	His	His	Ala	Tyr	Thr	Asn	His	Ala	Glu	Met	Asp	Pro	Asp	Ser		
210					215					220					225		
ttt	ggt	gcc	gaa	cca	atg	ctc	cta	ttc	aac	gac	tat	ccc	ttg	gat	cat	837	
Phe	Gly	Ala	Glu	Pro	Met	Leu	Leu	Phe	Asn	Asp	Tyr	Pro	Leu	Asp	His		
				230					235					240			
ccc	gct	cgt	acc	tgg	cta	cat	cgc	ttt	caa	gca	ttc	ttt	tac	atg	ccc	885	
Pro	Ala	Arg	Thr	Trp	Leu	His	Arg	Phe	Gln	Ala	Phe	Phe	Tyr	Met	Pro		
			245					250					255				
gtc	ttg	gct	gga	tac	tgg	ttg	tcc	gct	gtc	ttc	aat	cca	caa	att	ctt	933	
Val	Leu	Ala	Gly	Tyr	Trp	Leu	Ser	Ala	Val	Phe	Asn	Pro	Gln	Ile	Leu		
		260					265					270					
gac	ctc	cag	caa	cgc	ggc	gca	ctt	tcc	gtc	ggt	atc	cgt	ctc	gac	aac	981	
Asp	Leu	Gln	Gln	Arg	Gly	Ala	Leu	Ser	Val	Gly	Ile	Arg	Leu	Asp	Asn		
	275					280					285						
gct	ttc	att	cac	tcg	cga	cgc	aag	tat	gcg	ggt	ttc	tgg	cgg	gct	gtg	1029	
Ala	Phe	Ile	His	Ser	Arg	Arg	Lys	Tyr	Ala	Val	Phe	Trp	Arg	Ala	Val		
290					295					300					305		
tac	att	gcg	gtg	aac	gtg	att	gct	ccg	ttt	tac	aca	aac	tcc	ggc	ctc	1077	
Tyr	Ile	Ala	Val	Asn	Val	Ile	Ala	Pro	Phe	Tyr	Thr	Asn	Ser	Gly	Leu		
				310					315					320			
gaa	tgg	tcc	tgg	cgt	gtc	ttt	gga	aac	atc	atg	ctc	atg	ggg	gtg	gcg	1125	
Glu	Trp	Ser	Trp	Arg	Val	Phe	Gly	Asn	Ile	Met	Leu	Met	Gly	Val	Ala		
			325					330					335				

gaa tcg ctc gcg ctg gcg gtc ctg ttt tcg ttg tcg cac aat ttc gaa 1173
 Glu Ser Leu Ala Leu Ala Val Leu Phe Ser Leu Ser His Asn Phe Glu
 340 345 350
 tcc gcg gat cgc gat ccg acc gcc cca ctg aaa aag acg gga gaa cca 1221
 Ser Ala Asp Arg Asp Pro Thr Ala Pro Leu Lys Lys Thr Gly Glu Pro
 355 360 365
 gtc gac tgg ttc aag aca cag gtc gaa act tcc tgc act tac ggt gga 1269
 Val Asp Trp Phe Lys Thr Gln Val Glu Thr Ser Cys Thr Tyr Gly Gly
 370 375 380 385
 ttc ctt tcc ggt tgc ttc acg gga ggt ctc aac ttt cag gtt gaa cac 1317
 Phe Leu Ser Gly Cys Phe Thr Gly Gly Leu Asn Phe Gln Val Glu His
 390 395 400
 cac ttg ttc cca cgc atg agc agc gct tgg tat ccc tac att gcc ccc 1365
 His Leu Phe Pro Arg Met Ser Ser Ala Trp Tyr Pro Tyr Ile Ala Pro
 405 410 415
 aag gtc cgc gaa att tgc gcc aaa cac ggc gtc cac tac gcc tac tac 1413
 Lys Val Arg Glu Ile Cys Ala Lys His Gly Val His Tyr Ala Tyr Tyr
 420 425 430
 ccg tgg atc cac caa aac ttt ctc tcc acc gtc cgc tac atg cac gcg 1461
 Pro Trp Ile His Gln Asn Phe Leu Ser Thr Val Arg Tyr Met His Ala
 435 440 445
 gcc ggg acc ggt gcc aac tgg cgc cag atg gcc aga gaa aat ccc ttg 1509
 Ala Gly Thr Gly Ala Asn Trp Arg Gln Met Ala Arg Glu Asn Pro Leu
 450 455 460 465
 acc gga cgg gcg taa aagtacacga cagcaccaaa ggtggcgtat ggtgatctct 1564
 Thr Gly Arg Ala 470
 agaaaacaga catagcctac tggaaatatc gacgtccaaa caataatttt aaagactatt 1624
 tttctgcgta aaaaaaaaaa aaaaaaaa 1652

<210> 2

<211> 469

<212> PRT

<213> Phaeodactylum tricornutum

<400> 2

Met Ala Pro Asp Ala Asp Lys Leu Arg Gln Arg Gln Thr Thr Ala Val
 1 5 10 15

Ala Lys His Asn Ala Ala Thr Ile Ser Thr Gln Glu Arg Leu Cys Ser
 20 25 30

Leu Ser Ser Leu Lys Gly Glu Glu Val Cys Ile Asp Gly Ile Ile Tyr
 35 40 45

Asp Leu Gln Ser Phe Asp His Pro Gly Gly Glu Thr Ile Lys Met Phe

50					55					60					
Gly	Gly	Asn	Asp	Val	Thr	Val	Gln	Tyr	Lys	Met	Ile	His	Pro	Tyr	His
65					70					75					80
Thr	Glu	Lys	His	Leu	Glu	Lys	Met	Lys	Arg	Val	Gly	Lys	Val	Thr	Asp
				85					90					95	
Phe	Val	Cys	Glu	Tyr	Lys	Phe	Asp	Thr	Glu	Phe	Glu	Arg	Glu	Ile	Lys
			100					105					110		
Arg	Glu	Val	Phe	Lys	Ile	Val	Arg	Arg	Gly	Lys	Asp	Phe	Gly	Thr	Leu
		115					120					125			
Gly	Trp	Phe	Phe	Arg	Ala	Phe	Cys	Tyr	Ile	Ala	Ile	Phe	Phe	Tyr	Leu
130							135				140				
Gln	Tyr	His	Trp	Val	Thr	Thr	Gly	Thr	Ser	Trp	Leu	Leu	Ala	Val	Ala
145					150					155					160
Tyr	Gly	Ile	Ser	Gln	Ala	Met	Ile	Gly	Met	Asn	Val	Gln	His	Asp	Ala
				165					170					175	
Asn	His	Gly	Ala	Thr	Ser	Lys	Arg	Pro	Trp	Val	Asn	Asp	Met	Leu	Gly
			180					185					190		
Leu	Gly	Ala	Asp	Phe	Ile	Gly	Gly	Ser	Lys	Trp	Leu	Trp	Gln	Glu	Gln
		195					200					205			
His	Trp	Thr	His	His	Ala	Tyr	Thr	Asn	His	Ala	Glu	Met	Asp	Pro	Asp
210						215					220				
Ser	Phe	Gly	Ala	Glu	Pro	Met	Leu	Leu	Phe	Asn	Asp	Tyr	Pro	Leu	Asp
225					230					235					240
His	Pro	Ala	Arg	Thr	Trp	Leu	His	Arg	Phe	Gln	Ala	Phe	Phe	Tyr	Met
				245					250					255	
Pro	Val	Leu	Ala	Gly	Tyr	Trp	Leu	Ser	Ala	Val	Phe	Asn	Pro	Gln	Ile
			260					265					270		
Leu	Asp	Leu	Gln	Gln	Arg	Gly	Ala	Leu	Ser	Val	Gly	Ile	Arg	Leu	Asp
		275					280					285			
Asn	Ala	Phe	Ile	His	Ser	Arg	Arg	Lys	Tyr	Ala	Val	Phe	Trp	Arg	Ala
	290					295					300				
Val	Tyr	Ile	Ala	Val	Asn	Val	Ile	Ala	Pro	Phe	Tyr	Thr	Asn	Ser	Gly
305					310					315					320
Leu	Glu	Trp	Ser	Trp	Arg	Val	Phe	Gly	Asn	Ile	Met	Leu	Met	Gly	Val
				325					330					335	
Ala	Glu	Ser	Leu	Ala	Leu	Ala	Val	Leu	Phe	Ser	Leu	Ser	His	Asn	Phe
			340					345					350		
Glu	Ser	Ala	Asp	Arg	Asp	Pro	Thr	Ala	Pro	Leu	Lys	Lys	Thr	Gly	Glu
		355					360					365			

Pro Val Asp Trp Phe Lys Thr Gln Val Glu Thr Ser Cys Thr Tyr Gly
370 375 380

Gly Phe Leu Ser Gly Cys Phe Thr Gly Gly Leu Asn Phe Gln Val Glu
385 390 395 400

His His Leu Phe Pro Arg Met Ser Ser Ala Trp Tyr Pro Tyr Ile Ala
405 410 415

Pro Lys Val Arg Glu Ile Cys Ala Lys His Gly Val His Tyr Ala Tyr
420 425 430

Tyr Pro Trp Ile His Gln Asn Phe Leu Ser Thr Val Arg Tyr Met His
435 440 445

Ala Ala Gly Thr Gly Ala Asn Trp Arg Gln Met Ala Arg Glu Asn Pro
450 455 460

Leu Thr Gly Arg Ala
465

<210> 3

<211> 1434

<212> DNA

<213> *Phaeodactylum tricornutum*

<220>

<221> CDS

<222> (1)..(1434)

<400> 3

atg ggc aaa gga ggg gac gct cgg gcc tcg aag ggc tca acg gcg gct 48
Met Gly Lys Gly Gly Asp Ala Arg Ala Ser Lys Gly Ser Thr Ala Ala
1 5 10 15

cgc aag atc agt tgg cag gaa gtc aag acc cac gcg tct ccg gag gac 96
Arg Lys Ile Ser Trp Gln Glu Val Lys Thr His Ala Ser Pro Glu Asp
20 25 30

gcc tgg atc att cac tcc aat aag gtc tac gac gtg tcc aac tgg cac 144
Ala Trp Ile Ile His Ser Asn Lys Val Tyr Asp Val Ser Asn Trp His
35 40 45

gaa cat ccc gga ggc gcc gtc att ttc acg cac gcc ggt gac gac atg 192
Glu His Pro Gly Gly Ala Val Ile Phe Thr His Ala Gly Asp Asp Met
50 55 60

acg gac att ttc gct gcc ttt cac gca ccc gga tcg cag tcg ctc atg 240
Thr Asp Ile Phe Ala Ala Phe His Ala Pro Gly Ser Gln Ser Leu Met
65 70 75 80

aag aag ttc tac att ggc gaa ttg ctc ccg gaa acc acc ggc aag gag 288
Lys Lys Phe Tyr Ile Gly Glu Leu Leu Pro Glu Thr Thr Gly Lys Glu
85 90 95

ccg cag caa atc gcc ttt gaa aag ggc tac cgc gat ctg cgc tcc aaa 336

Pro	Gln	Gln	Ile	Ala	Phe	Glu	Lys	Gly	Tyr	Arg	Asp	Leu	Arg	Ser	Lys	
			100					105					110			
ctc	atc	atg	atg	ggc	atg	ttc	aag	tcc	aac	aag	tgg	ttc	tac	gtc	tac	384
Leu	Ile	Met	Met	Gly	Met	Phe	Lys	Ser	Asn	Lys	Trp	Phe	Tyr	Val	Tyr	
		115					120					125				
aag	tgc	ctc	agc	aac	atg	gcc	att	tgg	gcc	gcc	gcc	tgt	gct	ctc	gtc	432
Lys	Cys	Leu	Ser	Asn	Met	Ala	Ile	Trp	Ala	Ala	Ala	Cys	Ala	Leu	Val	
	130					135					140					
ttt	tac	tcg	gac	cgc	ttc	tgg	gta	cac	ctg	gcc	agc	gcc	gtc	atg	ctg	480
Phe	Tyr	Ser	Asp	Arg	Phe	Trp	Val	His	Leu	Ala	Ser	Ala	Val	Met	Leu	
145					150					155					160	
gga	aca	ttc	ttt	cag	cag	tcg	gga	tgg	ttg	gca	cac	gac	ttt	ctg	cac	528
Gly	Thr	Phe	Phe	Gln	Gln	Ser	Gly	Trp	Leu	Ala	His	Asp	Phe	Leu	His	
				165					170					175		
cac	cag	gtc	ttc	acc	aag	cgc	aag	cac	ggg	gat	ctc	gga	gga	ctc	ttt	576
His	Gln	Val	Phe	Thr	Lys	Arg	Lys	His	Gly	Asp	Leu	Gly	Gly	Leu	Phe	
			180					185					190			
tgg	ggg	aac	ctc	atg	cag	ggc	tac	tcc	gta	cag	tgg	tgg	aaa	aac	aag	624
Trp	Gly	Asn	Leu	Met	Gln	Gly	Tyr	Ser	Val	Gln	Trp	Trp	Lys	Asn	Lys	
		195				200						205				
cac	aac	gga	cac	cac	gcc	gtc	ccc	aac	ctc	cac	tgc	tcc	tcc	gca	gtc	672
His	Asn	Gly	His	His	Ala	Val	Pro	Asn	Leu	His	Cys	Ser	Ser	Ala	Val	
	210					215					220					
gcg	caa	gat	ggg	gac	ccg	gac	atc	gat	acc	atg	ccc	ctt	ctc	gcc	tgg	720
Ala	Gln	Asp	Gly	Asp	Pro	Asp	Ile	Asp	Thr	Met	Pro	Leu	Leu	Ala	Trp	
225					230				235						240	
tcc	gtc	cag	caa	gcc	cag	tct	tac	cgg	gaa	ctc	caa	gcc	gac	gga	aag	768
Ser	Val	Gln	Gln	Ala	Gln	Ser	Tyr	Arg	Glu	Leu	Gln	Ala	Asp	Gly	Lys	
				245				250						255		
gat	tcg	ggc	ttg	gtc	aag	ttc	atg	atc	cgt	aac	caa	tcc	tac	ttt	tac	816
Asp	Ser	Gly	Leu	Val	Lys	Phe	Met	Ile	Arg	Asn	Gln	Ser	Tyr	Phe	Tyr	
			260					265					270			
ttt	ccc	atc	ttg	ttg	ctc	gcc	cgc	ctg	tcg	tgg	ttg	aac	gag	tcc	ttc	864
Phe	Pro	Ile	Leu	Leu	Leu	Ala	Arg	Leu	Ser	Trp	Leu	Asn	Glu	Ser	Phe	
		275					280					285				
aag	tgc	gcc	ttt	ggg	ctt	gga	gct	gcg	tcg	gag	aac	gct	gct	ctc	gaa	912
Lys	Cys	Ala	Phe	Gly	Leu	Gly	Ala	Ala	Ser	Glu	Asn	Ala	Ala	Leu	Glu	
	290					295					300					
ctc	aag	gcc	aag	ggc	ctt	cag	tac	ccc	ctt	ttg	gaa	aag	gct	ggc	atc	960
Leu	Lys	Ala	Lys	Gly	Leu	Gln	Tyr	Pro	Leu	Leu	Glu	Lys	Ala	Gly	Ile	
305					310				315						320	
ctg	ctg	cac	tac	gct	tgg	atg	ctt	aca	gtt	tcg	tcc	ggc	ttt	gga	cgc	1008
Leu	Leu	His	Tyr	Ala	Trp	Met	Leu	Thr	Val	Ser	Ser	Gly	Phe	Gly	Arg	
				325					330					335		

ttc tgc ttc gcg tac acc gca ttt tac ttt cta acc gcg acc gcg tcc 1056
 Phe Ser Phe Ala Tyr Thr Ala Phe Tyr Phe Leu Thr Ala Thr Ala Ser
 340 345 350

tgt gga ttc ttg ctc gcc att gtc ttt ggc ctc ggc cac aac ggc atg 1104
 Cys Gly Phe Leu Leu Ala Ile Val Phe Gly Leu Gly His Asn Gly Met
 355 360 365

gcc acc tac aat gcc gac gcc cgt ccg gac ttc tgg aag ctc caa gtc 1152
 Ala Thr Tyr Asn Ala Asp Ala Arg Pro Asp Phe Trp Lys Leu Gln Val
 370 375 380

acc acg act cgc aac gtc acg ggc gga cac ggt ttc ccc caa gcc ttt 1200
 Thr Thr Thr Arg Asn Val Thr Gly Gly His Gly Phe Pro Gln Ala Phe
 385 390 395 400

gtc gac tgg ttc tgt ggt ggc ctc cag tac caa gtc gac cac cac tta 1248
 Val Asp Trp Phe Cys Gly Gly Leu Gln Tyr Gln Val Asp His His Leu
 405 410 415

ttc ccc agc ctg ccc cga cac aat ctg gcc aag aca cac gca ctg gtc 1296
 Phe Pro Ser Leu Pro Arg His Asn Leu Ala Lys Thr His Ala Leu Val
 420 425 430

gaa tgc ttc tgc aag gag tgg ggt gtc cag tac cac gaa gcc gac ctt 1344
 Glu Ser Phe Cys Lys Glu Trp Gly Val Gln Tyr His Glu Ala Asp Leu
 435 440 445

gtg gac ggg acc atg gaa gtc ttg cac cat ttg ggc agc gtg gcc ggc 1392
 Val Asp Gly Thr Met Glu Val Leu His His Leu Gly Ser Val Ala Gly
 450 455 460

gaa ttc gtc gtg gat ttt gta cgc gat gga ccc gcc atg taa 1434
 Glu Phe Val Val Asp Phe Val Arg Asp Gly Pro Ala Met
 465 470 475

<210> 4

<211> 477

<212> PRT

<213> *Phaeodactylum tricornutum*

<400> 4

Met Gly Lys Gly Gly Asp Ala Arg Ala Ser Lys Gly Ser Thr Ala Ala
 1 5 10 15

Arg Lys Ile Ser Trp Gln Glu Val Lys Thr His Ala Ser Pro Glu Asp
 20 25 30

Ala Trp Ile Ile His Ser Asn Lys Val Tyr Asp Val Ser Asn Trp His
 35 40 45

Glu His Pro Gly Gly Ala Val Ile Phe Thr His Ala Gly Asp Asp Met
 50 55 60

Thr Asp Ile Phe Ala Ala Phe His Ala Pro Gly Ser Gln Ser Leu Met
 65 70 75 80

Lys Lys Phe Tyr Ile Gly Glu Leu Leu Pro Glu Thr Thr Gly Lys Glu
 85 90 95
 Pro Gln Gln Ile Ala Phe Glu Lys Gly Tyr Arg Asp Leu Arg Ser Lys
 100 105 110
 Leu Ile Met Met Gly Met Phe Lys Ser Asn Lys Trp Phe Tyr Val Tyr
 115 120 125
 Lys Cys Leu Ser Asn Met Ala Ile Trp Ala Ala Ala Cys Ala Leu Val
 130 135 140
 Phe Tyr Ser Asp Arg Phe Trp Val His Leu Ala Ser Ala Val Met Leu
 145 150 155 160
 Gly Thr Phe Phe Gln Gln Ser Gly Trp Leu Ala His Asp Phe Leu His
 165 170 175
 His Gln Val Phe Thr Lys Arg Lys His Gly Asp Leu Gly Gly Leu Phe
 180 185 190
 Trp Gly Asn Leu Met Gln Gly Tyr Ser Val Gln Trp Trp Lys Asn Lys
 195 200 205
 His Asn Gly His His Ala Val Pro Asn Leu His Cys Ser Ser Ala Val
 210 215 220
 Ala Gln Asp Gly Asp Pro Asp Ile Asp Thr Met Pro Leu Leu Ala Trp
 225 230 235 240
 Ser Val Gln Gln Ala Gln Ser Tyr Arg Glu Leu Gln Ala Asp Gly Lys
 245 250 255
 Asp Ser Gly Leu Val Lys Phe Met Ile Arg Asn Gln Ser Tyr Phe Tyr
 260 265 270
 Phe Pro Ile Leu Leu Leu Ala Arg Leu Ser Trp Leu Asn Glu Ser Phe
 275 280 285
 Lys Cys Ala Phe Gly Leu Gly Ala Ala Ser Glu Asn Ala Ala Leu Glu
 290 295 300
 Leu Lys Ala Lys Gly Leu Gln Tyr Pro Leu Leu Glu Lys Ala Gly Ile
 305 310 315 320
 Leu Leu His Tyr Ala Trp Met Leu Thr Val Ser Ser Gly Phe Gly Arg
 325 330 335
 Phe Ser Phe Ala Tyr Thr Ala Phe Tyr Phe Leu Thr Ala Thr Ala Ser
 340 345 350
 Cys Gly Phe Leu Leu Ala Ile Val Phe Gly Leu Gly His Asn Gly Met
 355 360 365
 Ala Thr Tyr Asn Ala Asp Ala Arg Pro Asp Phe Trp Lys Leu Gln Val
 370 375 380

Thr Thr Thr Arg Asn Val Thr Gly Gly His Gly Phe Pro Gln Ala Phe
385 390 395 400

Val Asp Trp Phe Cys Gly Gly Leu Gln Tyr Gln Val Asp His His Leu
405 410 415

Phe Pro Ser Leu Pro Arg His Asn Leu Ala Lys Thr His Ala Leu Val
420 425 430

Glu Ser Phe Cys Lys Glu Trp Gly Val Gln Tyr His Glu Ala Asp Leu
435 440 445

Val Asp Gly Thr Met Glu Val Leu His His Leu Gly Ser Val Ala Gly
450 455 460

Glu Phe Val Val Asp Phe Val Arg Asp Gly Pro Ala Met
465 470 475

<210> 5

<211> 1651

<212> DNA

<213> Phaeodactylum tricornutum

<220>

<221> CDS

<222> (67)..(1554)

<400> 5

gaagaaggaa catataaaag taagccatct cctcggcacc atctaaagac ctaatatcta 60

ctcgtc atg gtt cgc ttt tca aca gcc gct cta ctt tct ctg tcg aca 108
Met Val Arg Phe Ser Thr Ala Ala Leu Leu Ser Leu Ser Thr
1 5 10

ttg aca act tca tgt att ggt gcc ttc cag ctg tct tcg cca gca caa 156
Leu Thr Thr Ser Cys Ile Gly Ala Phe Gln Leu Ser Ser Pro Ala Gln
15 20 25 30

ctt ccg aca agt agg ctt cgt cgg cat acg aac acg gcg ccg ctt tcg 204
Leu Pro Thr Ser Arg Leu Arg Arg His Thr Asn Thr Ala Pro Leu Ser
35 40 45

gcc gtg gcc gtc gac tcc ggt tct tcc gat ccg gcc ttg gta ggc aac 252
Ala Val Ala Val Asp Ser Gly Ser Ser Asp Pro Ala Leu Val Gly Asn
50 55 60

ctc ccc ctt ccc aac aac aat gat aat gag gac aag aac cgt aga atg 300
Leu Pro Leu Pro Asn Asn Asn Asp Asn Glu Asp Lys Asn Arg Arg Met
65 70 75

cca atg atg gac ttg aaa ggt att gct ctg tct ggt ctc aaa ggg caa 348
Pro Met Met Asp Leu Lys Gly Ile Ala Leu Ser Gly Leu Lys Gly Gln
80 85 90

gct ctt tcc gtc cga gcg gaa gat ttt cct cag gcg aaa gac ttg cgt 396
Ala Leu Ser Val Arg Ala Glu Asp Phe Pro Gln Ala Lys Asp Leu Arg
95 100 105 110

gcc gtc att ccg aaa gat tgc ttc gaa ccc gac acg gcc aaa tcg ttg	444
Ala Val Ile Pro Lys Asp Cys Phe Glu Pro Asp Thr Ala Lys Ser Leu	
115 120 125	
gga tat ctt tcc gtt tca act atg ggg aca att ctc tgc tcc gtc gtc	492
Gly Tyr Leu Ser Val Ser Thr Met Gly Thr Ile Leu Cys Ser Val Val	
130 135 140	
ggc gcg aac ctc ctt agt gtg ctc gat ccc tcc aat cca tta acc tgg	540
Gly Ala Asn Leu Leu Ser Val Leu Asp Pro Ser Asn Pro Leu Thr Trp	
145 150 155	
cct ctc tgg gcg gcc tac ggt gcc gtc acg ggg acg gtc gcc atg ggg	588
Pro Leu Trp Ala Ala Tyr Gly Ala Val Thr Gly Thr Val Ala Met Gly	
160 165 170	
ctt tgg gtg ctg gcc cac gaa tgc gga cac ggc gcc ttt tcc aaa aac	636
Leu Trp Val Leu Ala His Glu Cys Gly His Gly Ala Phe Ser Lys Asn	
175 180 185 190	
cga tcc ctc cag gat gcc gtg ggg tac att atc cat tcc atc atg ctg	684
Arg Ser Leu Gln Asp Ala Val Gly Tyr Ile Ile His Ser Ile Met Leu	
195 200 205	
gtg cca tac ttt agt tgg cag cga tgc cat gcc gtg cat cac cag tat	732
Val Pro Tyr Phe Ser Trp Gln Arg Ser His Ala Val His His Gln Tyr	
210 215 220	
acc aat cat atg gaa ctg ggg gaa aca cac gtt cct gat cga gcc gat	780
Thr Asn His Met Glu Leu Gly Glu Thr His Val Pro Asp Arg Ala Asp	
225 230 235	
aag gag ggc gag aag agc ctg gcg ctc cgc cag ttc atg ttg gat tcc	828
Lys Glu Gly Glu Lys Ser Leu Ala Leu Arg Gln Phe Met Leu Asp Ser	
240 245 250	
ttt ggt aaa gac aag ggc atg aaa gca tac gga ggc ctc cag tgc ttt	876
Phe Gly Lys Asp Lys Gly Met Lys Ala Tyr Gly Gly Leu Gln Ser Phe	
255 260 265 270	
ttg cat ctc atc gtg gga tgg cca gcc tac ctc ctg atc ggt gcg acc	924
Leu His Leu Ile Val Gly Trp Pro Ala Tyr Leu Leu Ile Gly Ala Thr	
275 280 285	
ggt gga ccc gac cgt ggt atg acc aac cat ttt tat ccc aac cct ttg	972
Gly Gly Pro Asp Arg Gly Met Thr Asn His Phe Tyr Pro Asn Pro Leu	
290 295 300	
tcg acg cca aca cag ccc aag aaa gaa ctt ttc cct ggg aac tgg aaa	1020
Ser Thr Pro Thr Gln Pro Lys Lys Glu Leu Phe Pro Gly Asn Trp Lys	
305 310 315	
gaa aag gtc tac cag tca gat att gga atc gcc gcc gtt gtc ggc gcc	1068
Glu Lys Val Tyr Gln Ser Asp Ile Gly Ile Ala Ala Val Val Gly Ala	
320 325 330	
ctc att gct tgg acc gcc act tgc ggt cta gcc ccc gtc atg gcc ttg	1116

Leu Ile Ala Trp Thr Ala Thr Ser Gly Leu Ala Pro Val Met Ala Leu
 335 340 345 350
 tac ggt ggt ccc ttg atc gtc att aat gcc tgg ctg gta ctg tac acg 1164
 Tyr Gly Gly Pro Leu Ile Val Ile Asn Ala Trp Leu Val Leu Tyr Thr
 355 360 365
 tgg ttg caa cat aca gat acc gat gtt ccg cac ttt tcc tcc gac aac 1212
 Trp Leu Gln His Thr Asp Thr Asp Val Pro His Phe Ser Ser Asp Asn
 370 375 380
 cac aac ttt gtc aag ggc gca ctg cat acg atc gat cgt ccc tac gac 1260
 His Asn Phe Val Lys Gly Ala Leu His Thr Ile Asp Arg Pro Tyr Asp
 385 390 395
 aaa ctt gat ccc tgg gga atc ata gac ttt ctg cac cac aag att gga 1308
 Lys Leu Asp Pro Trp Gly Ile Ile Asp Phe Leu His His Lys Ile Gly
 400 405 410
 aca acg cat gtg gca cac cat ttt gac agt act atc ccc cac tat aag 1356
 Thr Thr His Val Ala His His Phe Asp Ser Thr Ile Pro His Tyr Lys
 415 420 425 430
 gct cag att gct acc gat gcc atc aaa gcc aag ttt cca gaa gtg tac 1404
 Ala Gln Ile Ala Thr Asp Ala Ile Lys Ala Lys Phe Pro Glu Val Tyr
 435 440 445
 ctc tat gac ccg aca cca att cca caa gcc atg tgg cgc gtc gcc aag 1452
 Leu Tyr Asp Pro Thr Pro Ile Pro Gln Ala Met Trp Arg Val Ala Lys
 450 455 460
 gga tgt act gca gta gag caa cgc ggt gac gcc tgg gtg tgg aaa aac 1500
 Gly Cys Thr Ala Val Glu Gln Arg Gly Asp Ala Trp Val Trp Lys Asn
 465 470 475
 gaa gga ata gaa gat ttg gtg gaa cat cgt caa agc aaa tta tcg agc 1548
 Glu Gly Ile Glu Asp Leu Val Glu His Arg Gln Ser Lys Leu Ser Ser
 480 485 490
 gaa taa agcaacatat cgcttttatgg aagaacaaac gtccattgtg taaaaccctg 1604
 Glu
 495
 ataatttcaa tattgtgttt tgttttaaaa aaaaaaaaaa aaaaaaa 1651

<210> 6

<211> 495

<212> PRT

<213> Phaeodactylum tricornutum

<400> 6

Met Val Arg Phe Ser Thr Ala Ala Leu Leu Ser Leu Ser Thr Leu Thr
 1 5 10 15

Thr Ser Cys Ile Gly Ala Phe Gln Leu Ser Ser Pro Ala Gln Leu Pro
 20 25 30

Thr Ser Arg Leu Arg Arg His Thr Asn Thr Ala Pro Leu Ser Ala Val
 35 40 45
 Ala Val Asp Ser Gly Ser Ser Asp Pro Ala Leu Val Gly Asn Leu Pro
 50 55 60
 Leu Pro Asn Asn Asn Asp Asn Glu Asp Lys Asn Arg Arg Met Pro Met
 65 70 75 80
 Met Asp Leu Lys Gly Ile Ala Leu Ser Gly Leu Lys Gly Gln Ala Leu
 85 90 95
 Ser Val Arg Ala Glu Asp Phe Pro Gln Ala Lys Asp Leu Arg Ala Val
 100 105 110
 Ile Pro Lys Asp Cys Phe Glu Pro Asp Thr Ala Lys Ser Leu Gly Tyr
 115 120 125
 Leu Ser Val Ser Thr Met Gly Thr Ile Leu Cys Ser Val Val Gly Ala
 130 135 140
 Asn Leu Leu Ser Val Leu Asp Pro Ser Asn Pro Leu Thr Trp Pro Leu
 145 150 155 160
 Trp Ala Ala Tyr Gly Ala Val Thr Gly Thr Val Ala Met Gly Leu Trp
 165 170 175
 Val Leu Ala His Glu Cys Gly His Gly Ala Phe Ser Lys Asn Arg Ser
 180 185 190
 Leu Gln Asp Ala Val Gly Tyr Ile Ile His Ser Ile Met Leu Val Pro
 195 200 205
 Tyr Phe Ser Trp Gln Arg Ser His Ala Val His His Gln Tyr Thr Asn
 210 215 220
 His Met Glu Leu Gly Glu Thr His Val Pro Asp Arg Ala Asp Lys Glu
 225 230 235 240
 Gly Glu Lys Ser Leu Ala Leu Arg Gln Phe Met Leu Asp Ser Phe Gly
 245 250 255
 Lys Asp Lys Gly Met Lys Ala Tyr Gly Gly Leu Gln Ser Phe Leu His
 260 265 270
 Leu Ile Val Gly Trp Pro Ala Tyr Leu Leu Ile Gly Ala Thr Gly Gly
 275 280 285
 Pro Asp Arg Gly Met Thr Asn His Phe Tyr Pro Asn Pro Leu Ser Thr
 290 295 300
 Pro Thr Gln Pro Lys Lys Glu Leu Phe Pro Gly Asn Trp Lys Glu Lys
 305 310 315 320
 Val Tyr Gln Ser Asp Ile Gly Ile Ala Ala Val Val Gly Ala Leu Ile
 325 330 335
 Ala Trp Thr Ala Thr Ser Gly Leu Ala Pro Val Met Ala Leu Tyr Gly

gtg caa tgt ata tca gct gaa gtt cag aga aat tcg agt acc cag gga 240
Val Gln Cys Ile Ser Ala Glu Val Gln Arg Asn Ser Ser Thr Gln Gly

65	70	75	80	
act gcg gag gca ctc gca gaa tca gtc gtg aag ccc acg aga cga agg	288			
Thr Ala Glu Ala Leu Ala Glu Ser Val Val Lys Pro Thr Arg Arg Arg				
85	90	95		
tca tct cag tgg aag aag tgc aca cac ccc cta tca gaa gta gca gta	336			
Ser Ser Gln Trp Lys Lys Ser Thr His Pro Leu Ser Glu Val Ala Val				
100	105	110		
cac aac aag cca agc gat tgc tgg att gtt gta aaa aac aag gtg tat	384			
His Asn Lys Pro Ser Asp Cys Trp Ile Val Val Lys Asn Lys Val Tyr				
115	120	125		
gat gtt tcc aat ttt gcg gac gag cat ccc gga gga tca gtt att agt	432			
Asp Val Ser Asn Phe Ala Asp Glu His Pro Gly Gly Ser Val Ile Ser				
130	135	140		
act tat ttt gga cga gac ggc aca gat gtt ttc tct agt ttt cat gca	480			
Thr Tyr Phe Gly Arg Asp Gly Thr Asp Val Phe Ser Ser Phe His Ala				
145	150	155	160	
gct tct aca tgg aaa att ctt caa gac ttt tac att ggt gac gtg gag	528			
Ala Ser Thr Trp Lys Ile Leu Gln Asp Phe Tyr Ile Gly Asp Val Glu				
165	170	175		
agg gtg gag ccg act cca gag ctg ctg aaa gat ttc cga gaa atg aga	576			
Arg Val Glu Pro Thr Pro Glu Leu Leu Lys Asp Phe Arg Glu Met Arg				
180	185	190		
gct ctt ttc ctg agg gag caa ctt ttc aaa agt tgc aaa ttg tac tat	624			
Ala Leu Phe Leu Arg Glu Gln Leu Phe Lys Ser Ser Lys Leu Tyr Tyr				
195	200	205		
gtt atg aag ctg ctc acg aat gtt gct att ttt gct gcg agc att gca	672			
Val Met Lys Leu Leu Thr Asn Val Ala Ile Phe Ala Ala Ser Ile Ala				
210	215	220		
ata ata tgt tgg agc aag act att tca gcg gtt ttg gct tca gct tgt	720			
Ile Ile Cys Trp Ser Lys Thr Ile Ser Ala Val Leu Ala Ser Ala Cys				
225	230	235	240	
atg atg gct ctg tgt ttc caa cag tgc gga tgg cta tcc cat gat ttt	768			
Met Met Ala Leu Cys Phe Gln Gln Cys Gly Trp Leu Ser His Asp Phe				
245	250	255		
ctc cac aat cag gtg ttt gag aca cgc tgg ctt aat gaa gtt gtc ggg	816			
Leu His Asn Gln Val Phe Glu Thr Arg Trp Leu Asn Glu Val Val Gly				
260	265	270		
tat gtg atc ggc aac gcc gtt ctg ggg ttt agt aca ggg tgg tgg aag	864			
Tyr Val Ile Gly Asn Ala Val Leu Gly Phe Ser Thr Gly Trp Trp Lys				
275	280	285		
gag aag cat aac ctt cat cat gct gct cca aat gaa tgc gat cag act	912			
Glu Lys His Asn Leu His His Ala Ala Pro Asn Glu Cys Asp Gln Thr				
290	295	300		

15

tac caa cca att gat gaa gat att gat act ctc ccc ctc att gcc tgg 960
 Tyr Gln Pro Ile Asp Glu Asp Ile Asp Thr Leu Pro Leu Ile Ala Trp 320
 305 310 315

agc aag gac ata ctg gcc aca gtt gag aat aag aca ttc ttg cga atc 1008
 Ser Lys Asp Ile Leu Ala Thr Val Glu Asn Lys Thr Phe Leu Arg Ile 335
 325 330

ctc caa tac cag cat ctg ttc ttc atg ggt ctg tta ttt ttc gcc cgt 1056
 Leu Gln Tyr Gln His Leu Phe Phe Met Gly Leu Leu Phe Phe Ala Arg 350
 340 345

ggt agt tgg ctc ttt tgg agc tgg aga tat acc tct aca gca gtg ctc 1104
 Gly Ser Trp Leu Phe Trp Ser Trp Arg Tyr Thr Ser Thr Ala Val Leu 365
 355 360

tca cct gtc gac agg ttg ttg gag aag gga act gtt ctg ttt cac tac 1152
 Ser Pro Val Asp Arg Leu Leu Glu Lys Gly Thr Val Leu Phe His Tyr 380
 370 375

ttt tgg ttc gtc ggg aca gcg tgc tat ctt ctc cct ggt tgg aag cca 1200
 Phe Trp Phe Val Gly Thr Ala Cys Tyr Leu Leu Pro Gly Trp Lys Pro 400
 385 390 395

tta gta tgg atg gcg gtg act gag ctc atg tcc ggc atg ctg ctg ggc 1248
 Leu Val Trp Met Ala Val Thr Glu Leu Met Ser Gly Met Leu Leu Gly 415
 405 410

ttt gta ttt gta ctt agc cac aat ggg atg gag gtt tat aat tgc tct 1296
 Phe Val Phe Val Leu Ser His Asn Gly Met Glu Val Tyr Asn Ser Ser 430
 420 425

aaa gaa ttc gtg agt gca cag atc gta tcc aca cgg gat atc aaa gga 1344
 Lys Glu Phe Val Ser Ala Gln Ile Val Ser Thr Arg Asp Ile Lys Gly 445
 435 440

aac ata ttc aac gac tgg ttc act ggt ggc ctt aac agg caa ata gag 1392
 Asn Ile Phe Asn Asp Trp Phe Thr Gly Gly Leu Asn Arg Gln Ile Glu 460
 450 455

cat cat ctt ttc cca aca atg ccc agg cat aat tta aac aaa ata gca 1440
 His His Leu Phe Pro Thr Met Pro Arg His Asn Leu Asn Lys Ile Ala 480
 465 470 475

cct aga gtg gag gtg ttc tgt aag aaa cac ggt ctg gtg tac gaa gac 1488
 Pro Arg Val Glu Val Phe Cys Lys Lys His Gly Leu Val Tyr Glu Asp 495
 485 490

gta tct att gct acc ggc act tgc aag gtt ttg aaa gca ttg aag gaa 1536
 Val Ser Ile Ala Thr Gly Thr Cys Lys Val Leu Lys Ala Leu Lys Glu 510
 500 505 510

gtc gcg gag gct gcg gca gag cag cat gct acc acc agt taa 1578
 Val Ala Glu Ala Ala Ala Glu Gln His Ala Thr Thr Ser 525
 515 520

<211> 525

<212> PRT

<213> Physcomitrella patens

<400> 8

Met Val Phe Ala Gly Gly Gly Leu Gln Gln Gly Ser Leu Glu Glu Asn
 1 5 10 15

Ile Asp Val Glu His Ile Ala Ser Met Ser Leu Phe Ser Asp Phe Phe
 20 25 30

Ser Tyr Val Ser Ser Thr Val Gly Ser Trp Ser Val His Ser Ile Gln
 35 40 45

Pro Leu Lys Arg Leu Thr Ser Lys Lys Arg Val Ser Glu Ser Ala Ala
 50 55 60

Val Gln Cys Ile Ser Ala Glu Val Gln Arg Asn Ser Ser Thr Gln Gly
 65 70 75 80

Thr Ala Glu Ala Leu Ala Glu Ser Val Val Lys Pro Thr Arg Arg Arg
 85 90 95

Ser Ser Gln Trp Lys Lys Ser Thr His Pro Leu Ser Glu Val Ala Val
 100 105 110

His Asn Lys Pro Ser Asp Cys Trp Ile Val Val Lys Asn Lys Val Tyr
 115 120 125

Asp Val Ser Asn Phe Ala Asp Glu His Pro Gly Gly Ser Val Ile Ser
 130 135 140

Thr Tyr Phe Gly Arg Asp Gly Thr Asp Val Phe Ser Ser Phe His Ala
 145 150 155 160

Ala Ser Thr Trp Lys Ile Leu Gln Asp Phe Tyr Ile Gly Asp Val Glu
 165 170 175

Arg Val Glu Pro Thr Pro Glu Leu Leu Lys Asp Phe Arg Glu Met Arg
 180 185 190

Ala Leu Phe Leu Arg Glu Gln Leu Phe Lys Ser Ser Lys Leu Tyr Tyr
 195 200 205

Val Met Lys Leu Leu Thr Asn Val Ala Ile Phe Ala Ala Ser Ile Ala
 210 215 220

Ile Ile Cys Trp Ser Lys Thr Ile Ser Ala Val Leu Ala Ser Ala Cys
 225 230 235 240

Met Met Ala Leu Cys Phe Gln Gln Cys Gly Trp Leu Ser His Asp Phe
 245 250 255

Leu His Asn Gln Val Phe Glu Thr Arg Trp Leu Asn Glu Val Val Gly
 260 265 270

Tyr Val Ile Gly Asn Ala Val Leu Gly Phe Ser Thr Gly Trp Trp Lys
 275 280 285

Glu Lys His Asn Leu His His Ala Ala Pro Asn Glu Cys Asp Gln Thr
 290 295 300
 Tyr Gln Pro Ile Asp Glu Asp Ile Asp Thr Leu Pro Leu Ile Ala Trp
 305 310 315 320
 Ser Lys Asp Ile Leu Ala Thr Val Glu Asn Lys Thr Phe Leu Arg Ile
 325 330 335
 Leu Gln Tyr Gln His Leu Phe Phe Met Gly Leu Leu Phe Phe Ala Arg
 340 345 350
 Gly Ser Trp Leu Phe Trp Ser Trp Arg Tyr Thr Ser Thr Ala Val Leu
 355 360 365
 Ser Pro Val Asp Arg Leu Leu Glu Lys Gly Thr Val Leu Phe His Tyr
 370 375 380
 Phe Trp Phe Val Gly Thr Ala Cys Tyr Leu Leu Pro Gly Trp Lys Pro
 385 390 395 400
 Leu Val Trp Met Ala Val Thr Glu Leu Met Ser Gly Met Leu Leu Gly
 405 410 415
 Phe Val Phe Val Leu Ser His Asn Gly Met Glu Val Tyr Asn Ser Ser
 420 425 430
 Lys Glu Phe Val Ser Ala Gln Ile Val Ser Thr Arg Asp Ile Lys Gly
 435 440 445
 Asn Ile Phe Asn Asp Trp Phe Thr Gly Gly Leu Asn Arg Gln Ile Glu
 450 455 460
 His His Leu Phe Pro Thr Met Pro Arg His Asn Leu Asn Lys Ile Ala
 465 470 475 480
 Pro Arg Val Glu Val Phe Cys Lys Lys His Gly Leu Val Tyr Glu Asp
 485 490 495
 Val Ser Ile Ala Thr Gly Thr Cys Lys Val Leu Lys Ala Leu Lys Glu
 500 505 510
 Val Ala Glu Ala Ala Ala Glu Gln His Ala Thr Thr Ser
 515 520 525

<210> 9
 <211> 873
 <212> DNA
 <213> Physcomitrella patens

<220>
 <221> CDS
 <222> (1)..(873)

<400> 9
 atg gag gtc gtg gag aga ttc tac ggt gag ttg gat ggg aag gtc tcg 48

Met	Glu	Val	Val	Glu	Arg	Phe	Tyr	Gly	Glu	Leu	Asp	Gly	Lys	Val	Ser	
1				5					10						15	
cag	ggc	gtg	aat	gca	ttg	ctg	ggt	agt	ttt	ggg	gtg	gag	ttg	acg	gat	96
Gln	Gly	Val	Asn	Ala	Leu	Leu	Gly	Ser	Phe	Gly	Val	Glu	Leu	Thr	Asp	
			20					25					30			
acg	ccc	act	acc	aaa	ggc	ttg	ccc	ctc	ggt	gac	agt	ccc	aca	ccc	atc	144
Thr	Pro	Thr	Thr	Lys	Gly	Leu	Pro	Leu	Val	Asp	Ser	Pro	Thr	Pro	Ile	
		35					40					45				
gtc	ctc	ggt	ggt	tct	gta	tac	ttg	act	att	gtc	att	gga	ggg	ctt	ttg	192
Val	Leu	Gly	Val	Ser	Val	Tyr	Leu	Thr	Ile	Val	Ile	Gly	Gly	Leu	Leu	
	50					55					60					
tgg	ata	aag	gcc	agg	gat	ctg	aaa	ccg	cgc	gcc	tcg	gag	cca	ttt	ttg	240
Trp	Ile	Lys	Ala	Arg	Asp	Leu	Lys	Pro	Arg	Ala	Ser	Glu	Pro	Phe	Leu	
65				70					75						80	
ctc	caa	gct	ttg	gtg	ctt	gtg	cac	aac	ctg	ttc	tgt	ttt	gcg	ctc	agt	288
Leu	Gln	Ala	Leu	Val	Leu	Val	His	Asn	Leu	Phe	Cys	Phe	Ala	Leu	Ser	
				85				90						95		
ctg	tat	atg	tgc	gtg	ggc	atc	gct	tat	cag	gct	att	acc	tgg	cgg	tac	336
Leu	Tyr	Met	Cys	Val	Gly	Ile	Ala	Tyr	Gln	Ala	Ile	Thr	Trp	Arg	Tyr	
			100				105					110				
tct	ctc	tgg	ggc	aat	gca	tac	aat	cct	aaa	cat	aaa	gag	atg	gcg	att	384
Ser	Leu	Trp	Gly	Asn	Ala	Tyr	Asn	Pro	Lys	His	Lys	Glu	Met	Ala	Ile	
		115					120					125				
ctg	gta	tac	ttg	ttc	tac	atg	tct	aag	tac	gtg	gaa	ttc	atg	gat	acc	432
Leu	Val	Tyr	Leu	Phe	Tyr	Met	Ser	Lys	Tyr	Val	Glu	Phe	Met	Asp	Thr	
	130					135					140					
gtt	atc	atg	ata	ctg	aag	cgc	agc	acc	agg	caa	ata	agc	ttc	ctc	cac	480
Val	Ile	Met	Ile	Leu	Lys	Arg	Ser	Thr	Arg	Gln	Ile	Ser	Phe	Leu	His	
145				150					155					160		
gtt	tat	cat	cat	tct	tca	att	tcc	ctc	att	tgg	tgg	gct	att	gct	cat	528
Val	Tyr	His	His	Ser	Ser	Ile	Ser	Leu	Ile	Trp	Trp	Ala	Ile	Ala	His	
				165				170						175		
cac	gct	cct	ggc	ggt	gaa	gca	tat	tgg	tct	gcg	gct	ctg	aac	tca	gga	576
His	Ala	Pro	Gly	Gly	Glu	Ala	Tyr	Trp	Ser	Ala	Ala	Leu	Asn	Ser	Gly	
			180					185					190			
gtg	cat	gtt	ctc	atg	tat	gcg	tat	tac	ttc	ttg	gct	gcc	tgc	ctt	cga	624
Val	His	Val	Leu	Met	Tyr	Ala	Tyr	Tyr	Phe	Leu	Ala	Ala	Cys	Leu	Arg	
		195				200						205				
agt	agc	cca	aag	tta	aaa	aat	aag	tac	ctt	ttt	tgg	ggc	agg	tac	ttg	672
Ser	Ser	Pro	Lys	Leu	Lys	Asn	Lys	Tyr	Leu	Phe	Trp	Gly	Arg	Tyr	Leu	
		210				215					220					
aca	caa	ttc	caa	atg	ttc	cag	ttt	atg	ctg	aac	tta	gtg	cag	gct	tac	720
Thr	Gln	Phe	Gln	Met	Phe	Gln	Phe	Met	Leu	Asn	Leu	Val	Gln	Ala	Tyr	
225				230					235						240	

tac gac atg aaa acg aat gcg cca tat cca caa tgg ctg atc aag att 768
 Tyr Asp Met Lys Thr Asn Ala Pro Tyr Pro Gln Trp Leu Ile Lys Ile
 245 250 255

ttg ttc tac tac atg atc tcg ttg ctg ttt ctt ttc ggc aat ttt tac 816
 Leu Phe Tyr Tyr Met Ile Ser Leu Leu Phe Leu Phe Gly Asn Phe Tyr
 260 265 270

gta caa aaa tac atc aaa ccc tct gac gga aag caa aag gga gct aaa 864
 Val Gln Lys Tyr Ile Lys Pro Ser Asp Gly Lys Gln Lys Gly Ala Lys
 275 280 285

act gag tga 873
 Thr Glu
 290

<210> 10
 <211> 290
 <212> PRT
 <213> Physcomitrella patens

<400> 10
 Met Glu Val Val Glu Arg Phe Tyr Gly Glu Leu Asp Gly Lys Val Ser
 1 5 10 15

Gln Gly Val Asn Ala Leu Leu Gly Ser Phe Gly Val Glu Leu Thr Asp
 20 25 30

Thr Pro Thr Thr Lys Gly Leu Pro Leu Val Asp Ser Pro Thr Pro Ile
 35 40 45

Val Leu Gly Val Ser Val Tyr Leu Thr Ile Val Ile Gly Gly Leu Leu
 50 55 60

Trp Ile Lys Ala Arg Asp Leu Lys Pro Arg Ala Ser Glu Pro Phe Leu
 65 70 75 80

Leu Gln Ala Leu Val Leu Val His Asn Leu Phe Cys Phe Ala Leu Ser
 85 90 95

Leu Tyr Met Cys Val Gly Ile Ala Tyr Gln Ala Ile Thr Trp Arg Tyr
 100 105 110

Ser Leu Trp Gly Asn Ala Tyr Asn Pro Lys His Lys Glu Met Ala Ile
 115 120 125

Leu Val Tyr Leu Phe Tyr Met Ser Lys Tyr Val Glu Phe Met Asp Thr
 130 135 140

Val Ile Met Ile Leu Lys Arg Ser Thr Arg Gln Ile Ser Phe Leu His
 145 150 155 160

Val Tyr His His Ser Ser Ile Ser Leu Ile Trp Trp Ala Ile Ala His
 165 170 175

His Ala Pro Gly Gly Glu Ala Tyr Trp Ser Ala Ala Leu Asn Ser Gly

<400> 11																
gcttccgtta	gcgtcccata	gtttgttaca	cttggctgtg	aaacgaatac	gttcttggtc											60
tacttactac aacgaagcaa ccaccagcag c atg ggt aag gga ggt caa cga																112
Met Gly Lys Gly Gly Gln Arg																
1 5																
gct gta gct ccc aag agt gcc acc agc tct act ggc agt gct acc ctt																160
Ala Val	Ala Pro	Lys Ser	Ala Thr	Ser Ser	Thr Gly	Ser Ala	Thr Leu									
10 15 20																
agc caa agc aag gaa cag gta tgg act tcg tgg tac aac cct ctg gcg																208
Ser Gln	Ser Lys	Glu Gln	Val Trp	Thr Ser	Ser Tyr	Asn Pro	Leu Ala									
25 30 35																
aag gat tcc ccg gag ctg cca acc aaa ggc caa atc aag gcc gtc att																256
Lys Asp	Ser Pro	Glu Leu	Pro Thr	Lys Gly	Gln Ile	Lys Ala	Val Ile									
40 45 50 55																
ccg aag gaa tgt ttc caa cgc tca gcc ttt tgg tct acc ttc tac ctg																304
Pro Lys	Glu Cys	Phe Gln	Arg Ser	Ala Phe	Trp Ser	Thr Phe	Tyr Leu									
60 65 70																
atg cgc gat ctg gcc atg gct gcc gcc ttt tgc tac gga acc tca cag																352
Met Arg	Asp Leu	Ala Met	Ala Ala	Ala Ala	Phe Cys	Tyr Gly	Thr Ser	Gln								

75	80	85	
gtc ctc tcc acc gac ctt ccc caa gac gcc acg ctc att ctg ccc tgg Val Leu Ser Thr Asp Leu Pro Gln Asp Ala Thr Leu Ile Leu Pro Trp 90 95 100			400
gct ctc ggc tgg ggc gtc tac gcc ttt tgg atg gga acc att ctc acc Ala Leu Gly Trp Gly Val Tyr Ala Phe Trp Met Gly Thr Ile Leu Thr 105 110 115			448
ggg cct tgg gta gtt gcg cac gaa tgt gga cac ggc gct tac tcc gac Gly Pro Trp Val Val Ala His Glu Cys Gly His Gly Ala Tyr Ser Asp 120 125 130 135			496
tcc cag acg ttc aat gac gtg gtc ggc ttt atc gtc cac caa gct ttg Ser Gln Thr Phe Asn Asp Val Val Gly Phe Ile Val His Gln Ala Leu 140 145 150			544
ctc gtc ccc tac ttt gcc tgg cag tac acc cac gcg aaa cac cac cgt Leu Val Pro Tyr Phe Ala Trp Gln Tyr Thr His Ala Lys His His Arg 155 160 165			592
cga acc aac cat ctg gtg gac ggc gag tcc cac gtc cct tct acc gcc Arg Thr Asn His Leu Val Asp Gly Glu Ser His Val Pro Ser Thr Ala 170 175 180			640
aag gat aac ggc ctc ggg ccg cac aac gag cga aac tcc ttc tac gcc Lys Asp Asn Gly Leu Gly Pro His Asn Glu Arg Asn Ser Phe Tyr Ala 185 190 195			688
gcg tgg cac gag gcc atg gga gac ggc gcc ttt gcc gtc ttt caa gtc Ala Trp His Glu Ala Met Gly Asp Gly Ala Phe Ala Val Phe Gln Val 200 205 210 215			736
tgg tgc cac ttg ttc gtc ggc tgg cct ctc tac ttg gcc ggt ctg gcc Trp Ser His Leu Phe Val Gly Trp Pro Leu Tyr Leu Ala Gly Leu Ala 220 225 230			784
agt acc gga aag ctt gcg cac gaa ggt tgg tgg ctg gaa gaa cgg aac Ser Thr Gly Lys Leu Ala His Glu Gly Trp Trp Leu Glu Glu Arg Asn 235 240 245			832
gcg att gcg gat cac ttt cga ccc agc tct ccc atg ttc ccc gcc aag Ala Ile Ala Asp His Phe Arg Pro Ser Ser Pro Met Phe Pro Ala Lys 250 255 260			880
atc cgt gcc aag att gcc ctt tcc agc gcg acg gaa ctc gcc gtg ctc Ile Arg Ala Lys Ile Ala Leu Ser Ser Ala Thr Glu Leu Ala Val Leu 265 270 275			928
gct gga ctc ttg tat gtc ggt aca cag gtc gga cac ctt ccc gtc ctg Ala Gly Leu Leu Tyr Val Gly Thr Gln Val Gly His Leu Pro Val Leu 280 285 290 295			976
ctg tgg tac tgg gga ccg tac acc ttt gtc aac gct tgg ctt gta ctc Leu Trp Tyr Trp Gly Pro Tyr Thr Phe Val Asn Ala Trp Leu Val Leu 300 305 310			1024

tac acg tgg ctg cag cat acg gac ccg tcc atc ccg cac tac ggt gaa 1072
 Tyr Thr Trp Leu Gln His Thr Asp Pro Ser Ile Pro His Tyr Gly Glu
 315 320 325
 ggc gag tgg acc tgg gtc aag ggc gcg ctc tct acc att gat cga gac 1120
 Gly Glu Trp Thr Trp Val Lys Gly Ala Leu Ser Thr Ile Asp Arg Asp
 330 335 340
 tac ggc atc ttc gat ttc ttt cac cac acc atc ggt tcc acg cac gtg 1168
 Tyr Gly Ile Phe Asp Phe Phe His His Thr Ile Gly Ser Thr His Val
 345 350 355
 gta cac cat ttg ttc cac gaa atg ccc tgg tac aat gcc ggc att gcc 1216
 Val His His Leu Phe His Glu Met Pro Trp Tyr Asn Ala Gly Ile Ala
 360 365 370 375
 acg caa aag gtc aag gaa ttt ttg gaa ccc cag ggc ttg tac aat tac 1264
 Thr Gln Lys Val Lys Glu Phe Leu Glu Pro Gln Gly Leu Tyr Asn Tyr
 380 385 390
 gat ccg acc ccc tgg tac aag gcc atg tgg cgc att gcc cgg acc tgt 1312
 Asp Pro Thr Pro Trp Tyr Lys Ala Met Trp Arg Ile Ala Arg Thr Cys
 395 400 405
 cac tat gtg gag tca aac gag ggt gtg cag tat ttc aag agt atg gaa 1360
 His Tyr Val Glu Ser Asn Glu Gly Val Gln Tyr Phe Lys Ser Met Glu
 410 415 420
 aac gtg ccg ctg act aag gat gtg cga aac aaa gcc gca tga 1402
 Asn Val Pro Leu Thr Lys Asp Val Arg Asn Lys Ala Ala
 425 430 435
 gaaaaagtgc caccgacgca taattttaca atcctaccaa caagaccaac attatatggt 1462
 tttcgcttaa aagatagttt tttctaccat ctgtgtagtc ggcacaaaaa aaaaaaaaaa 1522
 aaaa 1526

<210> 12
 <211> 436
 <212> PRT
 <213> *Phaeodactylum tricornutum*

<400> 12
 Met Gly Lys Gly Gly Gln Arg Ala Val Ala Pro Lys Ser Ala Thr Ser
 1 5 10 15
 Ser Thr Gly Ser Ala Thr Leu Ser Gln Ser Lys Glu Gln Val Trp Thr
 20 25 30
 Ser Ser Tyr Asn Pro Leu Ala Lys Asp Ser Pro Glu Leu Pro Thr Lys
 35 40 45
 Gly Gln Ile Lys Ala Val Ile Pro Lys Glu Cys Phe Gln Arg Ser Ala
 50 55 60
 Phe Trp Ser Thr Phe Tyr Leu Met Arg Asp Leu Ala Met Ala Ala Ala

65	70	75	80
Phe Cys Tyr Gly Thr Ser Gln Val Leu Ser Thr Asp Leu Pro Gln Asp			
	85	90	95
Ala Thr Leu Ile Leu Pro Trp Ala Leu Gly Trp Gly Val Tyr Ala Phe			
	100	105	110
Trp Met Gly Thr Ile Leu Thr Gly Pro Trp Val Val Ala His Glu Cys			
	115	120	125
Gly His Gly Ala Tyr Ser Asp Ser Gln Thr Phe Asn Asp Val Val Gly			
	130	135	140
Phe Ile Val His Gln Ala Leu Leu Val Pro Tyr Phe Ala Trp Gln Tyr			
	145	150	155
Thr His Ala Lys His His Arg Arg Thr Asn His Leu Val Asp Gly Glu			
	165	170	175
Ser His Val Pro Ser Thr Ala Lys Asp Asn Gly Leu Gly Pro His Asn			
	180	185	190
Glu Arg Asn Ser Phe Tyr Ala Ala Trp His Glu Ala Met Gly Asp Gly			
	195	200	205
Ala Phe Ala Val Phe Gln Val Trp Ser His Leu Phe Val Gly Trp Pro			
	210	215	220
Leu Tyr Leu Ala Gly Leu Ala Ser Thr Gly Lys Leu Ala His Glu Gly			
	225	230	235
Trp Trp Leu Glu Glu Arg Asn Ala Ile Ala Asp His Phe Arg Pro Ser			
	245	250	255
Ser Pro Met Phe Pro Ala Lys Ile Arg Ala Lys Ile Ala Leu Ser Ser			
	260	265	270
Ala Thr Glu Leu Ala Val Leu Ala Gly Leu Leu Tyr Val Gly Thr Gln			
	275	280	285
Val Gly His Leu Pro Val Leu Leu Trp Tyr Trp Gly Pro Tyr Thr Phe			
	290	295	300
Val Asn Ala Trp Leu Val Leu Tyr Thr Trp Leu Gln His Thr Asp Pro			
	305	310	315
Ser Ile Pro His Tyr Gly Glu Gly Glu Trp Thr Trp Val Lys Gly Ala			
	325	330	335
Leu Ser Thr Ile Asp Arg Asp Tyr Gly Ile Phe Asp Phe Phe His His			
	340	345	350
Thr Ile Gly Ser Thr His Val Val His His Leu Phe His Glu Met Pro			
	355	360	365
Trp Tyr Asn Ala Gly Ile Ala Thr Gln Lys Val Lys Glu Phe Leu Glu			
	370	375	380

Pro Gln Gly Leu Tyr Asn Tyr Asp Pro Thr Pro Trp Tyr Lys Ala Met
385 390 395 400

Trp Arg Ile Ala Arg Thr Cys His Tyr Val Glu Ser Asn Glu Gly Val
405 410 415

Gln Tyr Phe Lys Ser Met Glu Asn Val Pro Leu Thr Lys Asp Val Arg
420 425 430

Asn Lys Ala Ala
435

<210> 13

<211> 3598

<212> DNA

<213> Unknown

<220>

<223> Sequenz stellt eine pflanzliche
Promotor-Terminator-Expressionskassette in Vektor
pUC19 dar

<400> 13

tcgcgcgtttt cggatgatgac ggtgaaaacc tctgacacat gcagctcccg gagacgggtca 60
cagcttgtct gtaagcggat gccgggagca gacaagcccg tcagggcgcg tcagcgggtg 120
ttggcgggtg tcggggctgg cttaactatg cggcatcaga gcagattgta ctgagagtgc 180
accatatgcg gtgtgaaata ccgcacagat gcgtaaggag aaaataccgc atcaggcgcc 240
attcgccatt caggctgcgc aactgttggg aagggcgatc ggtgcgggcc tcttcgctat 300
tacgccagct ggcgaaaggg ggatgtgctg caaggcgatt aagttgggta acgccagggt 360
tttcccagtc acgacgttgt aaaacgacgg ccagtgaatt cggcgcgccg agtcctcga 420
gcaaatttac acattgccac taaacgtcta aacccttgta atttgttttt gttttactat 480
gtgtgttatg tatttgattt gcgataaatt tttatatttg gtactaaatt tataacacct 540
tttatgctaa cgtttgccaa cacttagcaa tttgcaagtt gattaattga ttctaaatta 600
tttttgtctt ctaaatacat atactaatca actggaaatg taaatatttg ctaatatttc 660
tactatagga gaattaaagt gagtgaatat ggtaccacaa ggtttgaga tttaattgtt 720
gcaatgctgc atggatggca tatacaccaa acattcaata attcttgagg ataataatgg 780
taccacacaa gatttgaggt gcatgaacgt cacgtggaca aaaggtttag taatttttca 840
agacaacaat gttaccacac acaagttttg aggtgcatgc atggatgcc tgtggaaagt 900
ttaaaaatat tttggaaatg atttgcatgg aagccatgtg taaaaccatg acatccactt 960
ggaggatgca ataatgaaga aaactacaaa ttacatgca actagttatg catgtagtct 1020

atataatgag gattttgcaa tacttttcatt catacacact cactaagttt tacacgatta 1080
 taattttcttc atagccagcc caccgcggtg ggcgggccgcc tgcagtctag aaggcctcct 1140
 gctttaatga gatatgcgag acgcctatga tcgcatgata tttgctttca attctgttgt 1200
 gcacgttgta aaaaacctga gcatgtgtag ctcagatcct taccgcgggt ttcggttcat 1260
 tctaataaat atatcacccg ttactatcgt atttttatga ataataattct ccgttcaatt 1320
 tactgattgt ccgtcgacga attcgagctc ggcgcgccaa gcttggcgta atcatgggtca 1380
 tagctgtttc ctgtgtgaaa ttgttatccg ctcacaattc cacacaacat acgagccgga 1440
 agcataaagt gtaaagcctg ggggtgcctaa tgagtgcgct aactcacatt aattgcggtg 1500
 cgctcactgc ccgctttcca gtcgggaaac ctgtcgtgcc agctgcatta atgaatcggc 1560
 caacgcgcgg ggagaggcgg tttgcgtatt gggcgctctt ccgcttctc gctcactgac 1620
 tcgctgcgct ccgtcgttcg gctgcggcga gcggtatcag ctcactcaaa ggcggttaata 1680
 cggttatcca cagaatcagg ggataacgca ggaaagaaca tgtgagcaaa aggccagcaa 1740
 aaggccagga accgtaaaaa ggccgcggtg ctggcgtttt tccataggct ccgccccct 1800
 gacgagcatc acaaaaatcg acgctcaagt cagagggtggc gaaacccgac aggactataa 1860
 agataaccagg cgtttcccc tggaagctcc ctcgctgcgt ctctgttcc gaccctgccg 1920
 cttaccggat acctgtccgc ctttctccct tcgggaagcg tggcgcttcc tcatagctca 1980
 cgctgtaggt atctcagttc ggtgtaggtc gttcgctcca agctgggctg tgtgcacgaa 2040
 cccccgctc agcccgaccg ctgcgcctta tcgggtaact atcgtcttga gtccaacccg 2100
 gtaagacacg acttatcgcc actggcagca gccactggta acaggattag cagagcgagg 2160
 tatgtaggcg gtgctacaga gttcttgaag tgggtggccta actacggcta cactagaagg 2220
 acagtatttg gtatctgcgc tctgctgaag ccagttacct tcggaaaaag agttggtagc 2280
 tcttgatccg gcaaacaaac caccgctggg agcgggtggt tttttgttg caagcagcag 2340
 attacgcgca gaaaaaagg atctcaagaa gatcctttga tcttttctac ggggtctgac 2400
 gctcagtgga acgaaaactc acgttaaggg attttgggtca tgagattatc aaaaaggatc 2460
 ttcacctaga tcctttttaa ttaaaaatga agtttttaaat caatctaaag tatatatgag 2520
 taaacttggg ctgacagtta ccaatgctta atcagtgcgg cacctatctc agcgatctgt 2580
 ctatttcggt catccatagt tgcctgactc ccgctcgtgt agataactac gatacgggag 2640
 ggcttaccat ctggccccag tgctgcaatg ataccgcgag acccagctc accgggtcca 2700
 gatttatcag caataaacca gccagccgga agggccgagc gcagaagtgg tcctgcaact 2760

ttatccgcct ccattccagtc tattaattgt tgccgggaag ctagagtaag tagttcgcca 2820
 gttaatagtt tgcgcaacgt tggtgccatt gctacaggca tcgtggtgtc acgctcgtcg 2880
 tttggtatgg cttcattcag ctccggttcc caacgatcaa ggcgagttac atgatcccc 2940
 atgttgtgca aaaaagcggg tagctccttc ggtcctccga tcgttgtcag aagtaagttg 3000
 gccgcagtgt tatcactcat gggttatggca gcactgcata attctcttac tgtcatgcc 3060
 tccgtaagat gcttttctgt gactggtgag tactcaacca agtcattctg agaatagtgt 3120
 atgcggcgac cgagttgctc ttgcccggcg tcaatacggg ataataccgc gccacatagc 3180
 agaactttaa aagtgtcat cattggaaaa cgttcttcgg ggcgaaaact ctcaaggatc 3240
 ttaccgctgt tgagatccag ttgatgtaa cccactcgtg cacccaactg atcttcagca 3300
 tcttttactt tcaccagcgt ttctgggtga gcaaaaacag gaaggcaaaa tgccgcaaaa 3360
 aagggaataa gggcgacacg gaaatgttga atactcatat tcttctttt tcaatattat 3420
 tgaagcattt atcagggtta ttgtctcatg agcggatata tatttgaatg tatttagaaa 3480
 aataaataaa taggggttcc gcgcacattt cccgaaaag tgccacctga cgtctaagaa 3540
 accattatta tcatgacatt aacctataaa aataggcgta tcacgaggcc ctttcgtc 3598

<210> 14

<211> 3590

<212> DNA

<213> Unknown

<220>

<223> Sequenz stellt eine pflanzliche
 Promotor-Terminator-Expressionskassette in Vektor
 pUC19 dar

<400> 14

tcgcgcgttt cggatgatgac ggtgaaaacc tctgacacat gcagctcccg gagacggtca 60
 cagcttgtct gtaagcggat gccgggagca gacaagcccg tcagggcgcg tcagcgggtg 120
 ttggcgggtg tcggggctgg cttaactatg cggcatcaga gcagattgta ctgagagtgc 180
 accatatgcg gtgtgaaata ccgcacagat gcgtaaggag aaaataccgc atcaggcgcc 240
 attcgccatt caggctgcgc aactgttggg aaggcgatc ggtgcgggcc tcttcgctat 300
 tacgccagct ggcgaaaggg ggatgtgctg caaggcgatt aagttgggta acgccagggt 360
 tttcccagtc acgacgttgt aaaacgacgg ccagtgaatt cggcgcgccg agctcctcga 420
 gcaaatttac acattgccac taaacgtcta aacccttgta atttgttttt gttttactat 480
 gtgtgttatg tatttgattt gcgataaatt tttatatttg gtactaaatt tataacacct 540

tttatgctaa cgtttgccaa cacttagcaa tttgcaagtt gattaattga ttctaaatta 600
 tttttgtctt ctaaatacat atactaatca actggaaatg taaatatttg ctaatatctc 660
 tactatagga gaattaaagt gagtgaatat ggtaccacaa ggtttggaga ttttaattggt 720
 gcaatgctgc atggatggca tatacaccaa acattcaata attcttgagg ataataatgg 780
 taccacacaa gatttgaggt gcatgaacgt cacgtggaca aaaggtttag taatttttca 840
 agacaacaat gttaccacac acaagttttg aggtgcatgc atggatgccc tgtggaaagt 900
 ttaaaaaat tttggaaatg atttgcatgg aagccatgtg taaaaccatg acatccactt 960
 ggaggatgca ataatgaaga aaactacaaa tttacatgca actagttatg catgtagtct 1020
 atataatgag gattttgcaa tactttcatt catacacact cactaagttt tacacgatta 1080
 taatttcttc atagccagcg gatccgatat cgggcccgt agcgttaacc ctgctttaat 1140
 gagatatgag agacgcctat gatcgcatga tatttgcttt caattctgtt gtgcacgttg 1200
 taaaaaacct gagcatgtgt agctcagatc cttaccgccg gtttcgggtc attctaata 1260
 atatatcacc cgttactatc gtatttttat gaataatatt ctccgttcaa tttactgatt 1320
 gtccgtcgac gaattcgagc tcggcgcgcc aagcttggcg taatcatggt catagctgtt 1380
 tcctgtgtga aattgttatc cgctcacaat tccacacaac atacgagccg gaagcataaa 1440
 gtgtaaagcc tgggggtgcct aatgagttag ctaactcaca ttaattgcgt tgcgctcact 1500
 gcccgcttcc cagtcgggaa acctgtcgtg ccagctgcat taatgaatcg gccaacgcgc 1560
 ggggagagggc ggtttgcgta ttgggcgcgc ttccgcttcc tcgctcactg actcgctgag 1620
 ctcggtcggt cggtgcggc gagcggatc agctcactca aaggcggtaa tacgggtatc 1680
 cacagaatca ggggataacg caggaaagaa catgtgagca aaaggccagc aaaaggccag 1740
 gaaccgtaaa aaggccgcgt tgctggcggt tttccatagg ctccgcccc ctgacgagca 1800
 tcacaaaaat cgacgtcaa gtcagaggtg gcgaaccgc acaggactat aaagatacca 1860
 ggcgtttccc cctggaagct cctcgtgag ctctcctgtt ccgacctgc cgcttaccgg 1920
 atacctgtcc gcctttctcc cttcggaag cgtggcgctt tctcatagct cacgctgtag 1980
 gtatctcagt tcgggttagg tcgttcgctc caagctgggc tgtgtgcacg aacccccgt 2040
 tcagcccgac cgctgcgcct tatccggtaa ctatcgtctt gagtccaacc cggtaagaca 2100
 cgacttatcg ccactggcag cagccactgg taacaggatt agcagagcga ggtatgtagg 2160
 cgggtgctaca gagttcttga agtgggtggc taactacggc tacactagaa ggacagtatt 2220
 tggtatctgc gctctgctga agccagttac cttcggaata agagttggta gctcttgatc 2280

cggcaaacaa accaccgctg gtagcgggtg tttttttgtt tgcaagcagc agattacgcg 2340
 cagaaaaaaaaa ggatctcaag aagatccttt gatcttttct acgggggtctg acgctcagtg 2400
 gaacgaaaac tcacgttaag ggatttttgg catgagatta tcaaaaagga tcttcaccta 2460
 gatccttttta aattaataat gaagttttta atcaatctaa agtatatatg agtaaacttg 2520
 gtctgacagt taccaatgct taatcagtg ggcacctatc tcagcgatct gtctatttcg 2580
 ttcattccata gttgcctgac tccccgctgt gtagataact acgatacggg agggcttacc 2640
 atctggcccc agtgctgcaa tgataccgcg agaccacgc tcaccggctc cagatttatc 2700
 agcaataaac cagccagccg gaagggccga gcgcagaagt ggtcctgcaa ctttatccgc 2760
 ctccatccag tctattaatt gttgcggga agctagagta agtagttcgc cagttaatag 2820
 tttgcgcaac gttgttgcca ttgctacagg catcgtgggtg tcacgctcgt cgtttggtat 2880
 ggcttcattc agctccggtt cccaacgata aaggcgaggtt acatgatccc ccatgttggtg 2940
 caaaaaagcg gttagctcct tcggctcctc gatcgttggtc agaagtaagt tggccgcagt 3000
 gttatcactc atgggttatgg cagcactgca taattctctt actgtcatgc catccgtaag 3060
 atgcttttct gtgactgggtg agtactcaac caagtcattc tgagaatagt gtatgcggcg 3120
 accgagttgc tcttgcccg cgtcaatacg ggataatacc gcgccacata gcagaacttt 3180
 aaaagtgtc atcattggaa aacgttcttc ggggcgaaaa ctctcaagga tcttaccgct 3240
 gttgagatcc agttcgatgt aaccactcg tgcacccaac tgatcttcag catcttttac 3300
 tttcaccagc gtttctgggt gagcaaaaac aggaaggcaa aatgccgcaa aaaagggaat 3360
 aagggcgaca cggaatggt gaatactcat actcttcctt tttcaatatt attgaagcat 3420
 ttatcagggt tattgtctca tgagcggata catatttgaa tgtatttaga aaaataaaca 3480
 aataggggtt ccgcgcacat ttccccgaaa agtgccacct gacgtctaag aaaccattat 3540
 tatcatgaca ttaacctata aaaataggcg tatcacgagg ccctttcgtc 3590

<210> 15
 <211> 3584
 <212> DNA
 <213> Unknown

<220>
 <223> Sequenz stellt eine pflanzliche
 Promotor-Terminator-Expressionskassette in Vektor
 pUC19 dar

<400> 15
 tcgcgcgttt cggatgatgac ggtgaaaacc tctgacacat gcagctcccg gagacggtca 60

cagcttgtct gtaagcggat gccgggagca gacaagcccg tcagggcgcg tcagcgggtg 120
 ttggcgggtg tcggggctgg cttaactatg cggcatcaga gcagattgta ctgagagtgc 180
 accatatgcg gtgtgaaata ccgcacagat gcgtaaggag aaaataccgc atcaggcgcc 240
 attcgccatt caggctgcgc aactgttggg aagggcgatc ggtgcgggccc tcttcgctat 300
 tacgccagct ggcgaaaggg ggatgtgctg caaggcgatt aagttgggta acgccagggt 360
 tttccagtc acgacgttgt aaaacgacgg ccagtgaatt cggcgcgccg agtcctcga 420
 gcaaatttac acattgccac taaacgtcta aacccttgta atttgttttt gttttactat 480
 gtgtgttatg tatttgattt gcgataaatt tttatatttg gtactaaatt tataacacct 540
 tttatgctaa cgtttgccaa cacttagcaa tttgcaagtt gattaattga ttctaaatta 600
 tttttgtctt ctaaatacat atactaatca actggaaatg taaatatttg ctaatatttc 660
 tactatagga gaattaaagt gagtgaatat ggtaccacaa ggtttggaga ttttaattgtt 720
 gcaatgctgc atggatggca tatacaccaa acattcaata attcttgagg ataataatgg 780
 taccacacaa gatttgaggt gcatgaacgt cacgtggaca aaaggtttag taatttttca 840
 agacaacaat gttaccacac acaagttttg aggtgcatgc atggatgccc tgtggaaagt 900
 ttaaaaatat tttggaaatg atttgcatgg aagccatgtg taaaaccatg acatccactt 960
 ggaggatgca ataataaga aaactacaaa tttacatgca actagttagt catgtagtct 1020
 atataatgag gattttgcaa tactttcatt catacacact cactaagttt tacacgatta 1080
 taattttctt atagccagca gatctgccgg catcgatccc gggccatggc ctgctttaat 1140
 gagatatgcg agacgcctat gatcgcatga tatttgcttt caattctgtt gtgcacgttg 1200
 taaaaaacct gagcatgtgt agctcagatc cttaccgccc gtttcgggtt atttctaata 1260
 atatatcacc cgttactatc gtatttttat gaataatatt ctccgttcaa tttactgatt 1320
 gtccgtcgac gagctcggcg cgccaagctt ggcgtaatca tggcatagc tgtttctctg 1380
 gtgaaattgt tatccgctca caattccaca caacatacga gccggaagca taaagtgtaa 1440
 agcctggggg gcctaataag tgagctaact cacattaatt gcgttgcgct cactgccccg 1500
 tttccagtcg ggaaacctgt cgtgccagct gcattaatga atcgccaac gcgcggggag 1560
 agggcggttg cgtattgggc gctcttccgc ttctcgctc actgactcgc tgcgctcggt 1620
 cgttcggtg cggcgagcgg tatcagctca ctcaaaggcg gtaatacggg tatccacaga 1680
 atcaggggat aacgcaggaa agaacatgtg agcaaaaggc cagcaaaagg ccaggaaccg 1740
 taaaaaggcc gcgttgctgg cgtttttcca taggctccgc cccctgacg agcatcaca 1800

aaatcgacgc tcaagtcaga ggtggcgaaa cccgacagga ctataaagat accaggcggt 1860
 tccccctgga agctccctcg tgcgctctcc tgttccgacc ctgccgctta ccggatacct 1920
 gtccgccttt ctcccttcgg gaagcgtggc gctttctcat agctcacgct gtaggtatct 1980
 cagttcgggtg taggtcggtc gctccaagct gggctgtgtg cacgaacccc ccgttcagcc 2040
 cgaccgctgc gccttatccg gtaactatcg tcttgagtcc aaccgggtaa gacacgactt 2100
 atcgccactg gcagcagcca ctggtaacag gattagcaga gcgaggatg taggcgggtgc 2160
 tacagagttc ttgaagtggg ggcctaacta cggctacact agaaggacag tatttggtat 2220
 ctgcgctctg ctgaagccag ttaccttcgg aaaaagagtt ggtagctctt gatccggcaa 2280
 acaaaccacc gctggtagcg gtgggttttt tgtttgcaag cagcagatta cgcgcagaaa 2340
 aaaaggatct caagaagatc ctttgatctt ttctacgggg tctgacgctc agtggaacga 2400
 aaactcacgt taagggatct tggctcatgag attatcaaaa aggatcttca cctagatcct 2460
 tttaaattaa aaatgaagtt ttaaataaat ctaaagtata tatgagtaaa cttggtctga 2520
 cagttaccaa tgcttaatca gtgaggcacc tatctcagcg atctgtctat ttcggttcac 2580
 catagttgcc tgactccccg tcgtgtagat aactacgata cgggaggggt taccatctgg 2640
 cccagtgct gcaatgatac cgcgagacc acgctaccg gctccagatt tatcagcaat 2700
 aaaccagcca gccggaaggg ccgagcgcag aagtggctct gcaactttat ccgcctccat 2760
 ccagtcctatt aattgttgcc gggaagctag agtaagtagt tcgccagtta atagtttgcg 2820
 caacgttggt gccattgcta caggcatcgt ggtgtcacgc tcgtcgtttg gtatggcttc 2880
 attcagctcc ggttcccaac gatcaaggcg agttacatga tccccatgt tgtgcaaaaa 2940
 agcgggttagc tccttcgggc ctccgatcgt tgtcagaagt aagttggccg cagtgttacc 3000
 actcatgggt atggcagcac tgcataatc tcttactgtc atgccatccg taagatgctt 3060
 ttctgtgact ggtgagtact caaccaagtc attctgagaa tagtgtatgc ggcgaccgag 3120
 ttgctcttgc ccggcgtcaa tacgggataa taccgcgcca catagcagaa ctttaaaagt 3180
 gctcatcatt ggaaaacgtt cttcggggcg aaaactctca aggatcttac cgctgttgag 3240
 atccagttcg atgtaacca ctcgtgcacc caactgatct tcagcatctt ttactttcac 3300
 cagcgtttct gggtagcaaa aaacaggaag gcaaaatgcc gcaaaaaagg gaataagggc 3360
 gacacggaaa tgttgaatac tcatactctt ctttttcaa tattattgaa gcatttatca 3420
 gggttattgt ctcatgagcg gatacatatt tgaatgtatt tagaaaaata aacaaatagg 3480
 ggttccgcgc acatttcccc gaaaagtgcc acctgacgtc taagaaacca ttattatcat 3540

gacattaacc tataaaaata ggcgtatcac gaggcccttt cgtc

<210> 16
 <211> 4507
 <212> DNA
 <213> Unknown

<220>

<223> Sequenz stellt eine pflanzliche
 Promotor-Terminator-Expressionskassette in Vektor
 pUC19 dar

<400> 16

tcgcgcgttt cggatgatgac ggtgaaaacc tctgacacat gcagctcccg gagacgggtca 60
 cagcttgtct gtaagcggat gccgggagca gacaagcccg tcagggcgcg tcagcgggtg 120
 ttggcgggtg tcggggctgg cttaactatg cggcatcaga gcagattgta ctgagagtgc 180
 accatatgcg gtgtgaaata ccgcacagat gcgtaaggag aaaataccgc atcaggcgcc 240
 attcgccatt caggctgcgc aactgttggg aagggcgatc ggtgcgggcc tcttcgctat 300
 tacgccagct ggcgaaaggg ggatgtgctg caaggcgatt aagttgggta acgccagggt 360
 tttcccagtc acgacgttgt aaaacgacgg ccagtgaatt cggcgcgcgc agctcctcga 420
 gcaaatttac acattgccac taaacgtcta aacccttgta atttgttttt gttttactat 480
 gtgtgttatg tatttgattt gcgataaatt tttatatttg gtactaaatt tataacacct 540
 tttatgctaa cgtttgccaa cacttagcaa tttgcaagtt gattaattga ttctaaatta 600
 tttttgtctt ctaaatacat atactaatca actggaaatg taaatatttg ctaatatctc 660
 tactatagga gaattaaagt gagtgaatat ggtaccacaa ggtttggaga ttaattgtt 720
 gcaatgctgc atggatggca tatacaccaa acattcaata attcttgagg ataataatgg 780
 taccacacaa gatttgaggt gcatgaacgt cacgtggaca aaaggtttag taatttttca 840
 agacaacaat gttaccacac acaagttttg aggtgcatgc atggatgccc tgtggaaagt 900
 ttaaaaatat tttggaaatg atttgcatgg aagccatgtg taaaaccatg acatccactt 960
 ggaggatgca ataataaga aaactacaaa ttacatgca actagttagt catgtagtct 1020
 atataatgag gatattgcaa tactttcatt catacacact cactaagttt tacacgatta 1080
 taatttcttc atagccagcc caccgcgggtg ggccggccgc tgcagtctag aaggcctcct 1140
 gctttaatga gatatgcgag acgcctatga tcgcatgata ttgctttca attctgttgt 1200
 gcacgttgta aaaaacctga gcatgtgtag ctcatcctt taccgcccgt ttccgttcat 1260
 tctaataaat atatcaccgc ttactatcgt atttttatga ataataattct ccgttcaatt 1320

tactgattgt ccgtcgagca aatttacaca ttgccactaa acgtctaaac ccttgtaatt 1380
 tgtttttggt ttactatgtg tgttatgtat ttgatttgcg ataaattttt atatttggtta 1440
 ctaaatttat aacacctttt atgctaacgt ttgccaacac ttagcaattt gcaagttgat 1500
 taattgattc taaattattt ttgtcttcta aatacatata ctaatcaact ggaaatgtaa 1560
 atatttgcta atatttctac tataggagaa ttaaagtgag tgaatatggt accacaaggt 1620
 ttggagattt aattgttgca atgctgcatg gatggcatat acaccaaaca ttcaataatt 1680
 cttgaggata ataatggtac cacacaagat ttgaggtgca tgaacgtcac gtggacaaaa 1740
 gggttagtaa tttttcaaga caacaatgtt accacacaca agttttgagg tgcatgcatg 1800
 gatgccctgt ggaaagttta aaaatatttt ggaaatgatt tgcatggaag ccatgtgtaa 1860
 aaccatgaca tccacttgga ggatgcaata atgaagaaaa ctacaaattt acatgcaact 1920
 agttatgcat gtagtctata taatgaggat ttgcaatac ttccattcat acacactcac 1980
 taagttttac acgattataa tttcttcata gccagcggat ccgatatcgg gcccgctagc 2040
 gttaaccctg ctttaatgag atatgcgaga cgcctatgat cgcgatgatat ttgctttcaa 2100
 ttctgttggt cacgttgtaa aaaacctgag catgtgtagc tcagatcctt accgccggtt 2160
 tcggttcatt ctaatgaata tatcaccctg tactatcgta tttttatgaa taatattctc 2220
 cgttcaattt actgattgtc cgtcgacgaa ttcgagctcg gcgcgccaaag cttggcgtaa 2280
 tcatggatcat agctgtttcc tgtgtgaaat tggtatccgc tcacaattcc acacaacata 2340
 cgagccggaa gcataaagtg taaagcctgg ggtgcctaata gagtgagcta actcacatta 2400
 attgcgttgc gctcactgcc cgctttccag tcgggaaacc tgcgtgcca gctgcattaa 2460
 tgaatcggcc aacgcgcggg gagaggcggg ttgcgtattg ggcgtcttc cgcttctcg 2520
 ctactgact cgctgcgctc ggtcgttcgg ctgcggcgag cggtatcagc tactcaaag 2580
 gcggtaatac gggtatccac agaatacagg gataacgcag gaaagaacat gtgagcaaaa 2640
 ggccagcaaa aggccaggaa ccgtaaaaag gccgcgttgc tggcgttttt ccataggctc 2700
 cgccccctg acgagcatca caaaaatcga cgctcaagtc agaggtggcg aaacccgaca 2760
 ggactataaa gataccaggc gtttccccct ggaagctccc tcgtgcgctc tcctgttccg 2820
 accctgccgc ttaccggata cctgtccgcc tttctccctt cgggaagcgt ggcgtttct 2880
 catagctcac gctgtaggta tctcagttcg gtgtaggtcg ttcgctccaa gctgggctgt 2940
 gtgcacgaac ccccgttca gcccgaccgc tgcgccttat ccggttaacta tcgtcttgag 3000
 tccaacccgg taagacacga cttatcgcca ctggcagcag cactggtaa caggattagc 3060

agagcgcggt atgtaggcgg tgctacagag ttcttgaagt ggtggcctaa ctacggctac 3120
 actagaagga cagtatttgg tatctgcgct ctgctgaagc cagttacctt cggaanaaga 3180
 gttggtagct cttgatccgg caaacaacc accgctggta gcggtgggtt ttttgtttgc 3240
 aagcagcaga ttacgcgcag aaaaaaagga tctcaagaag atcctttgat cttttctacg 3300
 gggctctgacg ctcatggaa cgaaaactca cgtaaggga ttttgggtcat gagattatca 3360
 aaaaggatct tcacctagat ctttttaaat taaaaatgaa gttttaaatc aatctaaagt 3420
 atatatgagt aaacttggtc tgacagttac caatgcttaa tcagtggagc acctatctca 3480
 gcgatctgtc tatttcgttc atccatagtt gcctgactcc ccgtcgtgta gataactacg 3540
 atacgggagg gcttaccatc tggccccagt gctgcaatga taccgcgaga cccacgctca 3600
 ccggctccag atttatcagc aataaaccag ccagccgga gggccgagcg cagaagtggc 3660
 cctgcaactt tatccgcctc catccagtct attaattggt gccgggaagc tagagtaagt 3720
 agttcgccag ttaatagttt gcgcaacgtt gttgccattg ctacaggcat cgtgggtgtca 3780
 cgctcgtcgt ttgggtatggc ttcattcagc tccgggtccc aacgatcaag gcgagttaca 3840
 tgatccccc tgattgtgaa aaaagcgggt agtccttcg gtctccgat cgttggtcaga 3900
 agtaagtggg ccgcagtgtt atcactcatg gttatggcag cactgcataa ttctcttact 3960
 gtcattgcat ccgtaagatg cttttctgtg actgggtgagt actcaacaa gtcattctga 4020
 gaatagtgtg tgccggcgacc gagttgctct tgccggcggt caatacggga taataccgcg 4080
 ccacatagca gaactttaaa agtgctcatc attggaaaac gttcttcggg gcgaaaactc 4140
 tcaaggatct taccgctgtt gagatccagt tcgatgtaac cactcgtgc acccaactga 4200
 tcttcagcat cttttacttt caccagcgtt tctgggtgag caaaaacagg aaggcaaat 4260
 gccgcaaaaa agggaataag ggcgacacgg aatgttgaa tactcatact cttccttttt 4320
 caatattatt gaagcattta tcagggttat tgtctcatga gcggatacat atttgaatgt 4380
 atttagaaaa ataaacaaat aggggttccg cgcacatttc cccgaaaagt gccacctgac 4440
 gtctaagaaa ccattattat catgacatta acctataaaa ataggcgtat cagaggccc 4500
 tttcgtc

4507

<210> 17
 <211> 5410
 <212> DNA
 <213> Unknown

<220>

<223> Sequenz stellt eine pflanzliche
Promotor-Terminator-Expressionskassette in Vektor
pUC19 dar

<400> 17

```

ttttggaaat gatttgcattg gaagccattgt gtaaaaccat gacatccact tggaggatgc 60
aataatgaag aaaactacaa atttaccatgc aactagttat gcatgtagtc tatataatga 120
ggatttttgca atacttttcat tcatacacac tcactaagtt ttacacgatt ataatttctt 180
catagccagc ggatccgata tcggggccgc tagcgttaac cctgctttaa tgagatatgc 240
gagacgccta tgatcgcattg atatttgctt tcaattctgt tgtgcacggt gtaaaaaacc 300
tgagcatgtg tagctcagat ccttaccgcc ggtttcgggt cattctaatt aatatatcac 360
ccgttactat cgtatttttta tgaataatat tctccgttca atttactgat tgtccgtcga 420
gcaaattttac acattgccac taaacgtcta aacccttgta atttgttttt gttttactat 480
gtgtgttatg tatttgattt gcgataaatt tttatatttg gtactaaatt tataacacct 540
tttatgctaa cgtttgccaa cacttagcaa tttgcaagtt gattaattga ttctaaatta 600
tttttgtctt ctaaatacat atactaatca actggaaatg taaatatttg ctaatatctc 660
tactatagga gaattaaagt gaggtaatat ggtaccacaa ggtttggaga ttttaattgtt 720
gcaatgctgc atggatggca tatacaccaa acattcaata attcttgagg ataataatgg 780
taccacacaa gatttgaggt gcatgaacgt cacgtggaca aaaggtttag taatttttca 840
agacaacaat gttaccacac acaagttttg aggtgcatgc atggatgcc cgtggaaagt 900
ttaaaaatat tttggaaatg atttgcatgg aagccattgt taaaaccatt acatccactt 960
ggaggatgca ataataaga aaactacaaa ttaccatgca actagttatg catgtagtct 1020
atataatgag gattttgcaa tactttcatt catacacact cactaagttt tacacgatta 1080
taatttcttc atagccagca gatctgccg catcgatccc gggccatggc ctgctttaat 1140
gagatatgcg agacgcctat gatcgcattg tatttgcttt caattctgtt gtgcacgttg 1200
taaaaaacct gagcatgtgt agctcagatc cttaccgccg gtttcgggtc attctaatta 1260
atatatcacc cgttactatc gtatttttat gaataatatt ctccgttcaa tttactgatt 1320
gtccgtcgac gagctcggcg cgccaagctt ggcgtaatac tggatcatagc tgtttcctgt 1380
gtgaaattgt tatccgtca caattccaca caacatacga gccggaagca taaagtgtaa 1440
agcctggggg gcctaattgag tgagctaact cacattaatt gcgttgcgct cactgcccgc 1500
tttccagtcg ggaaacctgt cgtgccagct gcattaatga atcggccaac gcgcggggag 1560
aggcggtttg cgtattgggc gctcttcgc ttctcgtc actgactcgc tgcgctcggt 1620

```

cgttcggctg cggcgagcgg tatcagctca ctcaaaggcg gtaatacggg tatccacaga 1680
 atcaggggat aacgcaggaa agaacatgtg agcaaaaggc cagcaaaagg ccaggaaccg 1740
 taaaaaggcc gcgttgctgg cgtttttcca taggctccgc cccctgacg agcatcaca 1800
 aaatcgacgc tcaagtcaga ggtggcgaaa cccgacagga ctataaagat accaggcggt 1860
 tccccctgga agctccctcg tgcgctctcc tgttccgacc ctgccgctta cgggatacct 1920
 gtccgccttt ctcccttcgg gaagcgtggc gctttctcat agctcacgct gtaggtatct 1980
 cagttcgggtg taggtcgttc gctccaagct gggctgtgtg cacgaacccc ccgttcagcc 2040
 cgaccgctgc gccttatccg gtaactatcg tcttgagtcc aaccggtaa gacacgactt 2100
 atcgccactg gcagcagcca ctggtaacag gattagcaga gcgaggtatg taggcgggtgc 2160
 tacagagttc ttgaagtggg ggcctaacta cggctacact agaaggacag tatttggtat 2220
 ctgcgctctg ctgaagccag ttaccttcgg aaaaagagtt ggtagctctt gatccggcaa 2280
 acaaaccacc gctggtagcg gtggtttttt tgtttgcaag cagcagatta cgcgcagaaa 2340
 aaaaggatct caagaagatc ctttgatctt ttctacgggg tctgacgctc agtggaaacga 2400
 aaactcacgt taagggattt tggatcatgag attatcaaaa aggatcttca cctagatcct 2460
 tttaaattaa aatgaagtt ttaaatcaat ctaaagtata tatgagtaaa cttggtctga 2520
 cagttaccaa tgcttaatca gtgaggcacc tatctcagcg atctgtctat ttcgttcac 2580
 catagttgcc tgactccccg tcgtgtagat aactacgata cgggagggct taccatctgg 2640
 cccagtgct gcaatgatac cgcgagacc acgctcaccg gctccagatt tatcagcaat 2700
 aaaccagcca gccggaaggg ccgagcgag aagtggctct gcaactttat ccgcctccat 2760
 ccagtctatt aattgttgcc gggaagctag agtaagtagt tcgccagtta atagtttgcg 2820
 caacgttggt gccattgcta caggcatcgt ggtgtcacgc tcgtcgtttg gtatggcttc 2880
 attcagctcc ggttcccaac gatcaaggcg agttacatga tccccatgt tgtgcaaaaa 2940
 agcggttagc tccttcggtc ctccgatcgt tgtcagaagt aagttggccg cagtgttate 3000
 actcatgggt atggcagcac tgcataattc tcttactgtc atgccatccg taagatgctt 3060
 ttctgtgact ggtgagtact caaccaagtc attctgagaa tagtgtatgc ggcgaccgag 3120
 ttgtcttgcc cggcgctcaa tacgggataa taccgcgcca catagcagaa ctttaaaagt 3180
 gctcatcatt ggaaaacgtt cttcggggcg aaaactctca aggatcttac cgctgttgag 3240
 atccagttcg atgtaacca ctcgtgcacc caactgatct tcagcatctt ttactttcac 3300
 cagcgtttct ggggtgagcaa aaacaggaag gcaaaatgcc gcaaaaaagg gaataagggc 3360

gacacggaaa tgttgaatac tcatactctt cctttttcaa tattattgaa gcatttatca 3420
 gggttattgt ctcatgagcg gatacatatt tgaatgtatt tagaaaaata aacaaatagg 3480
 ggttccgcgc acatttcccc gaaaagtgcc acctgacgtc taagaaacca ttattatcat 3540
 gacattaacc tataaaaaata ggcgtatcac gagggcccttt cgtctcgcgc gtttcgggtga 3600
 tgacgggtgaa aacctctgac acatgcagct cccggagacg gtcacagctt gtctgtaagc 3660
 ggatgccggg agcagacaag cccgtcaggg cgcgtcagcg ggtgttggcg ggtgtcgggg 3720
 ctggcttaac tatgcggcat cagagcagat tgtactgaga gtgcaccata tgcgggtgtga 3780
 aataccgcac agatgcgtaa ggagaaaata ccgcatcagg cgccattcgc cattcaggct 3840
 gcgcaactgt tgggaagggc gatcgggtgcg ggcctcttcg ctattacgcc agctggcgaa 3900
 aggggggatgt gctgcaaggc gattaagttg ggtaacgcca gggttttccc agtcacgacg 3960
 ttgtaaaacg acggccagtg aattcggcgc gccgagctcc tcgagcaaat ttacacattg 4020
 ccactaaacg tctaaacct tgtaatttgt ttttgtttta ctatgtgtgt tatgtatttg 4080
 atttgcgata aattttttata tttggtacta aatttataac accttttatg ctaacgtttg 4140
 ccaacactta gcaatttgca agttgattaa ttgattctaa attatttttg tcttctaaat 4200
 acatatacta atcaactgga aatgtaaata tttgctaata tttctactat aggagaatta 4260
 aagtgagtga atatggtacc acaaggtttg gagatttaat tgttgcaatg ctgcatggat 4320
 ggcatataca ccaaacattc aataattctt gaggataata atggtaccac acaagatttg 4380
 aggtgcatga acgtcacgtg gacaaaaggt ttagtaattt ttcaagacaa caatgttacc 4440
 acacacaagt tttgaggtgc atgcatggat gccctgtgga aagtttaaaa atatttttga 4500
 aatgatttgc atggaagcca tgtgtaaaac catgacatcc acttgaggga tgcaataatg 4560
 aagaaaacta caaatttaca tgcaactagt tatgcatgta gtctatataa tgaggatttt 4620
 gcaatacttt cattcataca cactcactaa gttttacacg attataattt cttcatagcc 4680
 agcccaccgc ggtgggcggc cgctgcagt ctagaaggcc tcctgcttta atgagatatg 4740
 cgagacgcct atgatcgcat gatatttgc tccaattctg ttgtgcacgt tgtaaaaaac 4800
 ctgagcatgt gtagctcaga tccttacgc cggtttcggg tcattctaata gaatatatca 4860
 cccgttacta tcgtattttt atgaataata ttctccgttc aatttactga ttgtccgtcg 4920
 agcaaattta cacattgcca ctaaacgtct aaacccttgt aatttgtttt tgttttacta 4980
 tgtgtgttat gtatttgatt tgcgataaat ttttatattt ggtactaaat ttataacacc 5040
 ttttatgcta acgtttgcca acacttagca atttgcaagt tgattaattg attctaaatt 5100

atttttgtct tctaaataca tataactaatc aactggaaat gtaaataattt gctaataattt 5160
 ctactatagg agaattaaag tgagtgaata tgggtaccaca aggtttggag atttaattgt 5220
 tgcaatgctg catggatggc atatacacca aacattcaat aattcttgag gataataatg 5280
 gtaccacaca agatttgagg tgcatgaacg tcacgtggac aaaaggttta gtaatttttc 5340
 aagacaacaa tgttaccaca cacaagtttt gaggtgcatg catggatgcc ctgtggaaag 5400
 tttaaaaata 5410

<210> 18
 <211> 648
 <212> DNA
 <213> *Phaeodactylum tricornutum*

<220>
 <221> CDS
 <222> (1)..(648)

<220>
 <223>

<400> 18
 tgg tgg aaa aac aag cac aac gga cac cac gcc gtc ccc aac ctc cac 48
 Trp Trp Lys Asn Lys His Asn Gly His His Ala Val Pro Asn Leu His
 1 5 10 15
 tgc tcc tcc gca gtc gcg caa gat ggg gac ccg gac atc gat acc atg 96
 Cys Ser Ser Ala Val Ala Gln Asp Gly Asp Pro Asp Ile Asp Thr Met
 20 25 30
 ccc ctt ctc gcc tgg tcc gtc cag caa gcc cag tct tac cgg gaa ctc 144
 Pro Leu Leu Ala Trp Ser Val Gln Gln Ala Gln Ser Tyr Arg Glu Leu
 35 40 45
 caa gcc gac gga aag gat tgc ggt ttg gtc aag ttc atg atc cgt aac 192
 Gln Ala Asp Gly Lys Asp Ser Gly Leu Val Lys Phe Met Ile Arg Asn
 50 55 60
 caa tcc tac ttt tac ttt ccc atc ttg ttg ctc gcc cgc ctg tgc tgg 240
 Gln Ser Tyr Phe Tyr Phe Pro Ile Leu Leu Leu Ala Arg Leu Ser Trp
 65 70 75 80
 ttg aac gag tcc ttc aag tgc gcc ttt ggg ctt gga gct gcg tgc gag 288
 Leu Asn Glu Ser Phe Lys Cys Ala Phe Gly Leu Gly Ala Ala Ser Glu
 85 90 95
 aac gct gct ctc gaa ctc aag gcc aag ggt ctt cag tac ccc ctt ttg 336
 Asn Ala Ala Leu Glu Leu Lys Ala Lys Gly Leu Gln Tyr Pro Leu Leu
 100 105 110
 gaa aag gct ggc atc ctg ctg cac tac gct tgg atg ctt aca gtt tgc 384
 Glu Lys Ala Gly Ile Leu Leu His Tyr Ala Trp Met Leu Thr Val Ser
 115 120 125

tcc ggc ttt gga cgc ttc tcg ttc gcg tac acc gca ttt tac ttt cta 432
 Ser Gly Phe Gly Arg Phe Ser Phe Ala Tyr Thr Ala Phe Tyr Phe Leu
 130 135 140

acc gcg acc gcg tcc tgt gga ttc ttg ctc gcc att gtc ttt ggc ctc 480
 Thr Ala Thr Ala Ser Cys Gly Phe Leu Leu Ala Ile Val Phe Gly Leu
 145 150 155 160

ggc cac aac ggc atg gcc acc tac aat gcc gac gcc cgt ccg gac ttc 528
 Gly His Asn Gly Met Ala Thr Tyr Asn Ala Asp Ala Arg Pro Asp Phe
 165 170 175

tgg aag ctc caa gtc acc acg act cgc aac gtc acg ggc gga cac ggt 576
 Trp Lys Leu Gln Val Thr Thr Thr Arg Asn Val Thr Gly Gly His Gly
 180 185 190

ttc ccc caa gcc ttt gtc gac tgg ttc tgt ggt ggc ctc cag tac caa 624
 Phe Pro Gln Ala Phe Val Asp Trp Phe Cys Gly Gly Leu Gln Tyr Gln
 195 200 205

gtc gac cac cac tta ttc ccc agc 648
 Val Asp His His Leu Phe Pro Ser
 210 215

<210> 19

<211> 216

<212> PRT

<213> Phaeodactylum tricornutum

<400> 19

Trp Trp Lys Asn Lys His Asn Gly His His Ala Val Pro Asn Leu His
 1 5 10 15

Cys Ser Ser Ala Val Ala Gln Asp Gly Asp Pro Asp Ile Asp Thr Met
 20 25 30

Pro Leu Leu Ala Trp Ser Val Gln Gln Ala Gln Ser Tyr Arg Glu Leu
 35 40 45

Gln Ala Asp Gly Lys Asp Ser Gly Leu Val Lys Phe Met Ile Arg Asn
 50 55 60

Gln Ser Tyr Phe Tyr Phe Pro Ile Leu Leu Leu Ala Arg Leu Ser Trp
 65 70 75 80

Leu Asn Glu Ser Phe Lys Cys Ala Phe Gly Leu Gly Ala Ala Ser Glu
 85 90 95

Asn Ala Ala Leu Glu Leu Lys Ala Lys Gly Leu Gln Tyr Pro Leu Leu
 100 105 110

Glu Lys Ala Gly Ile Leu Leu His Tyr Ala Trp Met Leu Thr Val Ser
 115 120 125

Ser Gly Phe Gly Arg Phe Ser Phe Ala Tyr Thr Ala Phe Tyr Phe Leu
 130 135 140

Thr Ala Thr Ala Ser Cys Gly Phe Leu Leu Ala Ile Val Phe Gly Leu
145 150 155 160

Gly His Asn Gly Met Ala Thr Tyr Asn Ala Asp Ala Arg Pro Asp Phe
165 170 175

Trp Lys Leu Gln Val Thr Thr Thr Arg Asn Val Thr Gly Gly His Gly
180 185 190

Phe Pro Gln Ala Phe Val Asp Trp Phe Cys Gly Gly Leu Gln Tyr Gln
195 200 205

Val Asp His His Leu Phe Pro Ser
210 215

<210> 20
<211> 12093
<212> DNA
<213> Unknown

<220>
<223> pflanzlicher Expressionsvektor mit einer
Promotor-Terminator-Expressionskassette

<400> 20
gatctggcgc cggccagcga gacgagcaag attggccgcc gcccgaaacg atccgacagc 60
gcgcccagca caggtgcgca ggcaaattgc accaacgcat acagcgccag cagaatgcc 120
tagtgggchg tgacgtcggt cgagtgaacc agatcgcgca ggaggccccg cagcaccggc 180
ataatcaggc cgatgccgac agcgtcgagc gcgacagtgc tcagaattac gatcaggggt 240
atgttgggtt tcacgtctgg cctccggacc agcctccgct ggtccgattg aacgcgcgga 300
ttctttatca ctgataagtt ggtggacata ttatgtttat cagtgataaa gtgtcaagca 360
tgacaaagtt gcagccgaat acagtgatcc gtgccgccct ggacctgttg aacgaggtcg 420
gcgtagacgg tctgacgaca cgcaaactgg cggaacggtt ggggggttcag cagccggcgc 480
tttactggca cttcaggaac aagcgggcgc tgctcgacgc actggccgaa gccatgctgg 540
cggagaatca tacgcattcg gtgccgagag ccgacgacga ctggcgctca tttctgatcg 600
ggaatgcccc cagcttcagg caggcgctgc tcgcctaccg cgatggcgcg cgcattccatg 660
ccggcacgcg accggggcgca ccgcagatgg aaacggccga cgcgcagctt cgcttcctct 720
gcgaggcggg tttttcggcc ggggacgccg tcaatgcgct gatgacaatc agctacttca 780
ctgttggggc cgtgcttgag gagcaggccg gcgacagcga tgccggcgag cgcggcgcca 840
ccgttgaaca ggctccgctc tcgccgctgt tgccggccgc gatagacgcc ttcgacgaag 900
ccggtccgga cgcagcgctc gagcagggac tcgccgtgat tgctgatgga ttggcgaaaa 960

ggaggctcgt tgtcaggaac gttgaaggac cgagaaaggg tgacgattga tcaggaccgc 1020
 tgccggagcg caaccactc actacagcag agccatgtag acaacatccc ctcccccttt 1080
 ccaccgcgtc agacgcccgt agcagcccgc tacgggcttt ttcattgccct gccctagcgt 1140
 ccaagcctca cggccgcgct cggcctctct ggccgcttc tggcgtcttt ccgcttcctc 1200
 gctcaactgac tcgctgcgct cggctgttct gctgcggcga gcggtatcag ctcaactcaa 1260
 ggccgtaata cggttatcca cagaatcagg ggataacgca ggaaagaaca tgtgagcaaa 1320
 aggccagcaa aaggccagga accgtaaaaa ggccgcgttg ctggcgcttt tccataggct 1380
 ccgccccct gacgagcatc aaaaaatcg acgctcaagt cagaggtggc gaaacccgac 1440
 aggactataa agataccagg cgtttcccc tggaagctcc ctcgctgcgt ctctgttcc 1500
 gacctgccg cttaccggat acctgtccgc ctttctccct tcgggaagcg tggcgctttt 1560
 ccgctgcata acctgtcttc ggggtcatta tagcgatttt ttcggtatat ccatcctttt 1620
 tcgcacgata tacaggattt tgccaaaggg ttcgtgtaga ctttccttgg tgtatccaac 1680
 ggcgtcagcc gggcaggata ggtgaagtag gccaccgc gagcgggtgt tccttcttca 1740
 ctgtccctta ttcgcacctg gcggtgctca acgggaatcc tgctctgcga ggctggccgg 1800
 ctaccgccg cgtaacagat gagggcaagc ggatggctga tgaaaccaag ccaaccagga 1860
 agggcagccc acctatcaag gtgtactgcc ttccagacga acgaagagcg attgaggaaa 1920
 aggcggcggc ggccggcatg agcctgtcgg cctacctgct ggccgtcggc cagggctaca 1980
 aaatcacggg cgtcgtggac tatgagcacg tccgcgagct ggcccgcatc aatggcgacc 2040
 tgggcccgtt gggcggcctg ctgaaactct ggctcaccga cgaccgcgc acggcgcggt 2100
 tcggtgatgc cagatcctc gccctgctgg cgaagatcga agagaagcag gacgagcttg 2160
 gcaaggtcat gatgggcgtg gtccgcccga gggcagagcc atgacttttt tagccgctaa 2220
 aacggccggg ggggtgcgct gattgccaa cagctcccca tgcgctccat caagaagagc 2280
 gacttcgcgg agctggtgaa gtacatcacc gacgagcaag gcaagaccga gcgcctttgc 2340
 gacgtcacc gggctgggtg ccctcgcgc tgggctggcg gccgtctatg gccctgcaaa 2400
 cgccagcaa acgccgtcga agccgtgtgc gagacaccgc ggccgcccgc gttgtggata 2460
 cctcgcggaa aacttgccc tcaactgacag atgaggggag gacgttgaca cttgaggggc 2520
 cgactcacc ggccggcgt tgacagatga ggggcaggct cgatttcggc cggcgacgtg 2580
 gagctggcca gcctcgcaaa tcggcgaaaa cgctgattt tacgcgagtt tcccacagat 2640
 gatgtggaca agcctgggga taagtgcct gcggtattga cacttgaggg gcgcgactac 2700

tgacagatga ggggcgcgat ccttgacact tgaggggcag agtgctgaca gatgaggggc 2760
 gcacctattg acatttgagg ggctgtccac aggcagaaaa tccagcattt gcaagggttt 2820
 ccgcccgttt ttcggccacc gctaacctgt cttttaacct gcttttaaac caatatttat 2880
 aaaccttggt ttttaaccagg gctgcgccct gtgcgcgtga ccgcgcacgc cgaagggggg 2940
 tgccccccct tctcgaaccc tcccggcccc ctaacgcggg cctcccatcc cccagggggc 3000
 tgcgccccctc ggccgcgaac ggccctaccc caaaaatggc agcgctggca gtccttgcca 3060
 ttgcccgggat cggggcagta acgggatggg cgatcagccc gagcgcgacg cccggaagca 3120
 ttgacgtgcc gcaggtgctg gcatcgacat tcagcgacca ggtgccgggc agtgagggcg 3180
 gcggcctggg tggcggcctg cccttcactt cggccgtcgg ggcatcacg gacttcatgg 3240
 cggggccggc aatttttacc ttgggcattc ttggcatagt ggtcgcgggt gccgtgctcg 3300
 tggtcggggg tgcgataaac ccagcgaacc atttgagggt ataggtaaga ttataccgag 3360
 gtatgaaaac gagaattgga cttttacaga attactctat gaagcgccat atttaaaaag 3420
 ctaccaagac gaagaggatg aagaggatga ggaggcagat tgccttgaat atattgacaa 3480
 tactgataag ataatatatc ttttatatag aagatatcgc cgtatgtaag gatttcaggg 3540
 ggcaaggcat aggcagcgcg cttatcaata tatctataga atgggcaaag cataaaaact 3600
 tgcatggact aatgcttgaa acccaggaca ataaccttat agcttgtaaa ttctatcata 3660
 attgggtaat gactccaact tattgatagt gttttatggt cagataatgc ccgatgactt 3720
 tgtcatgcag ctccaccgat tttgagaacg acagcgactt ccgtcccagc cgtgccaggt 3780
 gctgcctcag attcagggtta tgccgctcaa ttcgctgcgt atatcgcttg ctgattacgt 3840
 gcagctttcc cttcaggcgg gattcataca gcggccagcc atccgtcatc catatcacca 3900
 cgtcaaaggg tgacagcagg ctcataagac gcccagcgt cgccatagtg cgttcaccga 3960
 atacgtgcgc aacaaccgtc ttccggagac tgtcatacgc gtaaaacagc cagcgctggc 4020
 gcgatttagc cccgacatag cccactgtt cgtccatttc cgcgcagacg atgacgtcac 4080
 tgccccgctg tatgcgcgag gttaccgact gcggcctgag ttttttaagt gacgtaaaat 4140
 cgtgttgagg ccaacgcca taatgcgggc tggtgccgg catccaacgc cattcatggc 4200
 catatcaatg attttctggt gcgtaccggg ttgagaagcg gtgtaagtga actgcagttg 4260
 ccatgtttta cggcagtgag agcagagata gcgctgatgt ccggcgggtc ttttgccgtt 4320
 acgcaccacc ccgtcagtag ctgaacagga gggacagctg atagacacag aagccactgg 4380
 agcacctcaa aaacaccatc atacactaaa tcagtaagtt ggcagcatca ccataattg 4440

tggtttcaaa atcggctccg tcgatactat gttatacgcc aactttgaaa acaactttga 4500
 aaaagctgtt ttctggtatt taaggtttta gaatgcaagg aacagtgaat tggagttcgt 4560
 cttgttataa ttagcttctt ggggtatctt taaatactgt agaaaagagg aaggaaataa 4620
 taaatggcta aaatgagaat atcaccggaa ttgaaaaaac tgatcgaaaa ataccgctgc 4680
 gtaaaagata cggaaggaat gtctcctgct aaggtatata agctggtggg agaaaatgaa 4740
 aacctatatt taaaaatgac ggacagccgg tataaaggga ccacctatga tgtggaacgg 4800
 gaaaaggaca tgatgctatg gctggaagga aagctgcctg ttccaaaggt cctgcacttt 4860
 gaacggcatg atggctggag caatctgctc atgagtgagg ccgatggcgt cctttgctcg 4920
 gaagagtatg aagatgaaca aagccctgaa aagattatcg agctgtatgc ggagtgcac 4980
 aggctctttc actccatcga catatcggat tgtccctata cgaatagctt agacagccgc 5040
 ttagccgaat tggattactt actgaataac gatctggcgg atgtggattg cgaaaactgg 5100
 gaagaagaca ctccatttaa agatccggcg gagctgtatg attttttaaa gacggaaaag 5160
 cccgaagagg aacttgtctt ttcccacggc gacctgggag acagcaacat ctttgtgaaa 5220
 gatggcaaag taagtggctt tattgatctt gggagaagcg gcagggcgga caagtggat 5280
 gacattgcct tctgcgtccg gtcgatcagg gaggatatcg gggaagaaca gtatgtcgag 5340
 ctatTTTTTg acttactggg gatcaagcct gattgggaga aaataaaata ttatatTTTa 5400
 ctggatgaat tgTTTTtagta cctagatgtg gcgcaacgat gccggcgaca agcaggagcg 5460
 caccgacttc ttccgcatca agtgTTTTtg ctctcaggcc gaggccacg gcaagtattt 5520
 gggcaagggg tcgctgggat tcgtgcaggg caagattcgg aataccaagt acgagaagga 5580
 cggccagacg gtctacggga ccgacttcat tgccgataag gtggattatc tggacaccaa 5640
 ggcaccaggc ggggtcaaata aggaataagg gcacattgcc ccggcgtgag tcggggcaat 5700
 cccgcaagga ggggtgaatga atcggacgtt tgaccggaag gcatacaggc aagaactgat 5760
 cgacgcgggg ttttccggcg aggatgccga aaccatcgca agccgcaccg tcatgcgtgc 5820
 gccccgcgaa accttccagt ccgtcggctc gatgggccag caagctacgg ccaagatcga 5880
 gcgcgacagc gtgcaactgg ctccccctgc cctgccccgc ccatcggccg ccgtggagcg 5940
 ttgcgctcgt ctgcaacagg aggcggcagg ttggcggaag tcgatgacca tcgacacgcg 6000
 aggaactatg acgaccaaga agcgaaaaac cgccggcgag gacctggcaa aacaggtcag 6060
 cgaggccaaag caggccgcgt tgctgaaaca cacgaagcag cagatcaagg aaatgcagct 6120
 ttccttggtc gatattgcgc cgtggccgga cacgatgcga gcgatgcaa acgacacggc 6180

ccgctctgcc ctgttcacca cgcgcaacaa gaaaatcccg cgcgaggcgc tgcaaaacaa 6240
 ggtcattttc cacgtcaaca aggacgtgaa gatcacctac accggcgctcg agctgcgggc 6300
 cgacgatgac gaactggtgt ggcagcaggt gttggagtac gcgaagcgca cccctatcgg 6360
 cgagccgatc accttcacgt tctacgagct ttgccaggac ctgggctggt cgatcaatgg 6420
 ccggtattac acgaaggccg aggaatgcct gtcgcgcta caggcgacgg cgatgggctt 6480
 cacgtccgac cgcgttgggc acctggaatc ggtgtcgctg ctgcaccgct tccgcgtcct 6540
 ggaccgtggc aagaaaacgt cccgttgcca ggtcctgatc gacgaggaaa tcgtcgctgct 6600
 gtttgctggc gaccactaca cgaaattcat atgggagaag taccgcaagc tgtcgccgac 6660
 ggcccgacgg atgttcgact atttcagctc gcaccgggag ccgtaccgcg tcaagctgga 6720
 aaccttcgc ctcagtgtcg gatcggatc caccgcgtg aagaagtggc gcgagcaggt 6780
 cggcgaagcc tgcgaagagt tgcgaggcag cggcctggtg gaacacgcct gggatcaatga 6840
 tgacctggtg cattgcaaac gctagggcct tgtggggtca gttccggctg ggggttcagc 6900
 agccagcgct ttactggcat ttcaggaaca agcgggcact gtcgacgca cttgcttcgc 6960
 tcagtatcgc tcgggacgca cggcgcgctc tacgaactgc cgataaacag aggattaaaa 7020
 ttgacaattg tgattaaggc tcagattcga cggcttgag cggccgacgt gcaggatttc 7080
 cgcgagatcc gattgtcggc cctgaagaaa gctccagaga tgttcgggtc cgtttacgag 7140
 cacgaggaga aaaagcccat ggaggcgctc gctgaacggt tgcgagatgc cgtggcattc 7200
 ggcgcctaca tcgacggcga gatcattggg ctgtcggctc tcaaacagga ggacggcccc 7260
 aaggacgctc acaaggcgca tctgtccggc gttttcgtg agccgaaca gcgaggccga 7320
 ggggtcgccg gtatgctgct gcgggcgttg cggcggggtt tattgctcgt gatgatcgtc 7380
 cgacagattc caacgggaat ctggtggatg cgcatttca tccctggcgc acttaatt 7440
 tcgctattct ggagcttggt gtttatttcg gtctaccgcc tgccgggcgg ggtcgcggcg 7500
 acggtaggcg ctgtgcagcc gctgatggtc gtgttcattc ctgccgtct gctaggtagc 7560
 ccgatacgat tgatggcggt cctgggggct atttgcgga ctgcgggcgt ggcgctgttg 7620
 gtgttgacac caaacgcagc gctagatcct gtcggcgctc cagcgggcct ggcggggcg 7680
 gtttccatgg cgttcggaac cgtgctgacc cgcaagtggc aacctccgt gcctctgctc 7740
 acctttaccg cctggcaact ggcggccgga ggacttctgc tcgttccagt agctttagt 7800
 tttgatccgc caatcccgat gcctacagga accaatgttc tcggcctggc gtggctcggc 7860
 ctgatcggag cgggtttaac ctacttcctt tggttccggg ggatctcgcg actcgaacct 7920

acagttgttt ccttactggg ctttctcagc cccagatctg gggtcgatca gccgggggatg 7980
 catcaggccg acagtcggaa cttcgggtcc ccgacctgta ccattcgggtg agcaatggat 8040
 aggggagttg atatcgtcaa cgttcacttc taaagaaata gcgccactca gcttctctcag 8100
 cggctttatc cagcgatttc ctattatgtc ggcatagttc tcaagatcga cagcctgtca 8160
 cggttaagcg agaaatgaat aagaaggctg ataattcgga tctctgcgag ggagatgata 8220
 tttgatcaca ggcagcaacg ctctgtcatc gttacaatca acatgctacc ctccgcgaga 8280
 tcatccgtgt ttcaaaccg gcagcttagt tgccgttctt ccgaatagca tcggtaacat 8340
 gagcaaagtc tgccgcctta caacggctct cccgctgacg ccgtcccga ctgatgggct 8400
 gcctgtatcg agtgggtgatt ttgtgccgag ctgccggctc gggagctgtt ggctggctgg 8460
 tggcaggata tattgtggtg taaacaaatt gacgcttaga caacttaata acacattgcg 8520
 gacgttttta atgtactggg gtgggttttc ttttcaccag tgagacgggc aacagctgat 8580
 tgcccttcac cgcttgccc tgagagagtt gcagcaagcg gtccacgctg gtttgcccca 8640
 gcaggcgaaa atcctgtttg atgggtggtc cgaaatcggc aaaatccctt ataaatcaaa 8700
 agaatagccc gagatagggt tgagtgttgt tccagtttgg aacaagagtc cactattaaa 8760
 gaacgtggac tccaacgtca aagggcgaaa aaccgtctat cagggcgatg gccactacg 8820
 tgaaccatca cccaaatcaa gttttttggg gtcgaggtgc cgtaaagcac taaatcggaa 8880
 ccctaaaggg agccccgat ttagagcttg acggggaaag ccggcgaaacg tggcgagaaa 8940
 ggaaggggaag aaagcgaaa ggcggggcgc cattcaggct gcgcaactgt tgggaagggc 9000
 gatcgggtgcg ggcctcttcg ctattacgcc agctggcgaa aggggggatgt gctgcaaggc 9060
 gattaagttg ggtaacgcca gggttttccc agtcacgacg ttgtaaaacg acggccagt 9120
 aattaattcc catcttgaaa gaaatatagt taaatattt attgataaaa taacaagtca 9180
 ggtattatag tccaagcaaa aacataaatt tattgatgca agtttaaatt cagaaatatt 9240
 tcaataactg attatatcag ctggtacatt gccgtagatg aaagactgag tgcgatatta 9300
 tgtgtaatac ataaattgat gatatagcta gcttagctca tcgggggatc cgtcgaagct 9360
 agcttgggtc ccgctcagaa gaactcgtca agaaggcgat agaaggcgat gcgctgcgaa 9420
 tcgggagcgg cgataccgta aagcacgagg aagcggtcag ccatttcgcc gccaaagctct 9480
 tcagcaatat cacgggtagc caacgctatg tctgatagc ggtccgccac acccagccgg 9540
 ccacagtcga tgaatccaga aaagcggcca tttccacca tgatattcgg caagcaggca 9600
 tcgccatggg tcacgacgag atcctcgccg tcgggcatgc gcgccttgag cctggcgaa 9660

agttcggctg ggcgagagccc ctgatgctct tcgtccagat catcctgac gacaagaccg 9720
 gcttccatcc gagtacgtgc tcgctcgatg cgatgtttcg cttgggtggc gaatgggcag 9780
 gtagccggat caagcgtatg cagccgcccgc attgcatcag ccatgatgga tactttctcg 9840
 gcaggagcaa ggtgagatga caggagatcc tgccccggca cttcgcccaa tagcagccag 9900
 tcccttcccc cttcagtgc aacgtcgagc acagctgccc aaggaacgcc cgtcgtggcc 9960
 agccacgata gccgcgctgc ctgctcctgc agttcattca gggcaccgga caggtcggtc 10020
 ttgacaaaaa gaaccgggcg cccctgcgct gacagccgga acacggcggc atcagagcag 10080
 ccgattgtct gttgtgccc gtcatagccg aatagcctct ccaccaagc ggccggagaa 10140
 cctgcgtgca atccatcttg ttcaatcaa gctcccatgg gccctcgact agagtcgaga 10200
 tctggattga gagtgaatat gagactctaa ttggataccg aggggaattt atggaacgtc 10260
 agtggagcat ttttgacaag aaatatttgc tagctgatag tgaccttagg cgacttttga 10320
 acgcgcaata atggtttctg acgtatgtgc ttagctcatt aaactccaga aaccgcgggc 10380
 tgagtggctc cttcaacgtt gcggttctgt cagttccaaa cgtaaaacgg cttgtcccgc 10440
 gtcacggcg ggggtcataa cgtgactccc ttaattctcc gtcacatgac ttgatccct 10500
 gcgccatcag atccttggcg gcaagaaagc catccagttt actttgcagg gcttcccaac 10560
 cttaccagag ggcgccccag ctggcaattc cggttcgctt gctgtccata aaaccgcca 10620
 gtctagctat cgccatgtaa gccactgca agctacctgc tttctcttg cgcttgctt 10680
 ttcccttgct cagatagccc agtagctgac attcatccgg ggtcagcacc gtttctgcgg 10740
 actggctttc tacgtgttcc gtttccttta gcagcccttg cgccctgagt gcttgccgca 10800
 gcgtgaagct tgcacgctg caggtcgacg ggcgcccag ctcctcgagc aaatttacac 10860
 attgccacta aacgtctaaa cccttgtaatt ttgttttgt tttactatgt gtgttatgta 10920
 tttgatttgc gataaatttt tatatttggg actaaattta taacaccttt tatgctaacg 10980
 tttgccaaca cttagcaatt tgcaagttga ttaattgatt ctaaattatt tttgtcttct 11040
 aaatacatat actaatcaac tggaaatgta aatatttgct aatatttcta ctataggaga 11100
 attaaagtga gtgaatatgg taccacaagg tttggagatt taattgttgc aatgctgcat 11160
 ggatggcata tacaccaaac attcaataat tcttgaggat aataatggta ccacacaaga 11220
 tttgaggtgc atgaacgtca cgtggacaaa aggttttagta atttttcaag acaacaatgt 11280
 taccacacac aagttttgag gtgcatgcat ggatgccctg tggaaagttt aaaaatat 11340
 tggaaatgat ttgcatggaa gccatgtgta aaaccatgac atccacttgg aggatgcaat 11400

aatgaagaaa actacaaatt tacatgcaac tagttatgca tgtagtctat ataatgagga 11460
 ttttgcaata ctttcattca tacacactca ctaagtttta cacgattata atttcttcat 11520
 agccagccca ccgcggtggg cggccgcctg cagtctagaa ggcctcctgc tttaatgaga 11580
 tatgcgagac gcctatgac gcgatgatt tgctttcaat tctgttggtc acgttgtaaa 11640
 aaacctgagc atgtgtagct cagatcctta ccgccggttt cggttcattc taatgaatat 11700
 atcaccggtt actatcgat ttttatgaat aatattctcc gttcaattta ctgattgtcc 11760
 gtcgacgaat tcgagctcgg cgcgcctcta gaggatcgat gaattcagat cggctgagtg 11820
 gctccttcaa cgttgcggtt ctgtcagttc caaacgtaaa acggcttgtc ccgcgtcatc 11880
 ggcggggggtc ataacgtgac tcccttaatt ctccgctcat gatcagattg tcgtttcccg 11940
 ccttcagttt aaactatcag tgtttgacag gatataattg cgggtaaacc taagagaaaa 12000
 gagcgtttat tagaataatc ggatatttaa aagggcgtga aaaggtttat ccttcgtcca 12060
 tttgtatgtg catgccaacc acagggttcc cca 12093

<210> 21
 <211> 12085
 <212> DNA
 <213> Unknown

<220>
 <223> pflanzlicher Expressionsvektor mit einer
 Promotor-Terminator-Expressionskassette.

<400> 21
 gatctggcgc cggccagcga gacgagcaag attggccgcc gcccgaaacg atccgacagc 60
 gcgcccagca caggtgcgca ggcaaattgc accaacgcac acagcgccag cagaatgcc 120
 tagtgggcgg tgacgtcgtt cgagtgaacc agatcgcgca ggaggcccg cagcaccggc 180
 ataatcaggc cgatgccgac agcgtcgagc gcgacagtgc tcagaattac gatcaggggt 240
 atgttgggtt tcacgtctgg cctccggacc agcctccgct ggtccgattg aacgcgcgga 300
 ttctttatca ctgataagtt ggtggacata ttatgtttat cagtgataaa gtgtcaagca 360
 tgacaaagtt gcagccgaat acagtgatcc gtgccgccct ggacctgttg aacgaggtcg 420
 gcgtagacgg tctgacgaca cgcaaactgg cggaacggtt ggggggttcag cagccggcgc 480
 tttactggca cttcaggaac aagcgggcgc tgctcgacgc actggccgaa gccatgctgg 540
 cggagaatca tacgcattcg gtgccgagag ccgacgacga ctggcgctca tttctgatcg 600
 ggaatgcccg cagcttcagg caggcgtgc tcgcctaccg cgatggcgcg cgcattccatg 660

ccggcacgcg accggggcgca ccgcagatgg aaacggccga cgcgagctt cgcttccct 720
 gcgaggcggg tttttcggcc ggggacgccg tcaatgcgct gatgacaatc agctacttca 780
 ctgttggggc cgtgcttgag gagcaggccg gcgacagcga tgccggcgag cgcggcggca 840
 ccgttgaaca ggctccgctc tcgccgctgt tgccggccgc gatagacgcc ttcgacgaag 900
 ccggtccgga cgcagcgttc gagcagggac tcgcggtgat tgtcgatgga ttggcgaaaa 960
 ggaggctcgt tgtcaggaac gttgaaggac cgagaaaggg tgacgattga tcaggaccgc 1020
 tgccggagcg caaccactc actacagcag agccatgtag acaacatccc ctcccccttt 1080
 ccaccgcgtc agacgcccgt agcagccgc tacgggcttt ttcattgcct gccctagcgt 1140
 ccaagcctca cggccgcgct cggcctctct ggccgccttc tggcgctctt ccgcttctc 1200
 gctcactgac tcgctgcgct cggtcgttcg gctgcggcga gcggtatcag ctactcaaa 1260
 ggccgtaata cggttatcca cagaatcagg ggataacgca ggaaagaaca tgtgagcaaa 1320
 aggccagcaa aaggccagga accgtaaaaa ggccgcgttg ctggcgtttt tccataggct 1380
 ccgccccct gacgagcatc aaaaaatcg acgctcaagt cagaggtggc gaaaccgcac 1440
 aggactataa agataccagg cgtttcccc tggaagctcc ctctgcgct ctctgttcc 1500
 gaccctgcg cttaccggat acctgtccgc ctttctccct tcgggaagcg tggcgctttt 1560
 ccgctgcata accctgcttc ggggtcatta tagcgatttt ttcggtatat ccattctttt 1620
 tcgcacgata tacaggattt tgccaaaggg ttctgttaga ctttcttgg tgtatccaac 1680
 ggcgtcagcc gggcaggata ggtgaagtag gccacccgc gagcgggtgt tccttcttca 1740
 ctgtccctta ttgcacctg gcggtgctca acgggaatcc tgctctgcga ggctggccgg 1800
 ctaccgccgg cgtaacagat gagggcaagc ggatggctga tgaaaccaag ccaaccagga 1860
 agggcagccc acctatcaag gtgtactgcc ttccagacga acgaagagcg attgaggaaa 1920
 aggcggcggc ggcgggcatg agcctgtcgg cctacctgct ggccgtcggc cagggtaca 1980
 aaatcacggg cgtcgtggac tatgagcacg tccgcgagct ggccgcacac aatggcgacc 2040
 tgggccgcct gggcggcctg ctgaaactct ggctcacga cgaccgcgc acggcgcggt 2100
 tcggtgatgc cagatcctc gccctgctgg cgaagatcga agagaagcag gacgagcttg 2160
 gcaaggatcat gatggcgctg gtccgccga gggcagagcc atgacttttt tagccgctaa 2220
 aacggccggg ggggtgcgct gattgccaag cacgtcccca tgcgctccat caagaagagc 2280
 gacttcgcgg agctggtgaa gtacatcacc gacgagcaag gcaagaccga gcgcctttgc 2340
 gacgctcacc gggctggttg ccctcgccgc tgggctggcg gccgtctatg gccctgcaaa 2400

cgcgccagaa acgccgtcga agccgtgtgc gagacaccgc ggccgcccgc gttgtggata 2460
 cctcgcgga aacttggccc tcaactgacag atgagggggcg gacgttgaca cttgagggggc 2520
 cgactcaccg ggcgcgggcgt tgacagatga ggggcaggct cgatttcggc cggcgacgtg 2580
 gagctggcca gcctcgcaaa tcggcgaaaa cgcctgattt tacgcgagtt tcccacagat 2640
 gatgtggaca agcctgggga taagtgcctt gcggtattga cacttgaggg gcgcgactac 2700
 tgacagatga ggggcgcgat ccttgacact tgagggggcag agtgctgaca gatgagggggc 2760
 gcacctattg acatttgagg ggctgtccac aggcagaaaa tccagcattt gcaaggggttt 2820
 ccgcccgttt ttccggccacc gctaacctgt cttttaacct gcttttaaac caatatttat 2880
 aaaccttggt tttaaccagg gctgcgccct gtgcgcgtga ccgcgcacgc cgaagggggg 2940
 tgccccccct tctcgaacc tcccgcccg ctaacggggg cctcccatcc ccccgaggggc 3000
 tgcgccccctc ggccgcgaac ggccctcacc caaaaatggc agcgctggca gtccttgcca 3060
 ttgcccggat cggggcagta acgggatggg cgatcagccc gagcgcgacg cccggaagca 3120
 ttgacgtgcc gcaggtgctg gcatcgacat tcagcgacca ggtgccgggc agtgagggcg 3180
 gcggcctggg tggcggcctg cccttcaact cggccgtcgg ggcattcacg gacttcattg 3240
 cggggccggc aattttttacc ttgggcattc ttggcatagt ggtcgcgggg gccgtgctcg 3300
 tgttcggggg tgcgataaac ccagcgaacc atttgaggtg ataggtaaga ttataccgag 3360
 gtatgaaaac gagaattgga cctttacaga attactctat gaagcgccat atttaaaaag 3420
 ctaccaagac gaagaggatg aagaggatga ggaggcagat tgccttgaat atattgacaa 3480
 tactgataag ataatatatc ttttatatag aagatatcgc cgtatgtaag gatttcaggg 3540
 ggcaaggcat aggcagcgcg cttatcaata tatctataga atgggcaaag cataaaaact 3600
 tgcattggact aatgcttgaa acccaggaca ataaccttat agcttgtaaa ttctatcata 3660
 attgggtaat gactccaact tattgatagt gttttatggt cagataatgc ccgatgactt 3720
 tgtcatgcag ctccaccgat tttgagaacg acagcgactt ccgtcccagc cgtgccaggt 3780
 gctgcctcag attcagggtta tgccgctcaa ttcgctgcgt atatcgcttg ctgattacgt 3840
 gcagctttcc cttcaggcgg gattcatata gcggccagcc atccgtcatc catatcacca 3900
 cgtcaaaggg tgacagcagg ctcataagac gcccagcgt cgccatagtg cgttcaccga 3960
 atacgtgcgc aacaaccgtc ttccggagac tgtcatacgc gtaaaacagc cagcgctggc 4020
 gcgatttagc ccgacatag cccactggt cgtccatttc cgcgcgacg atgacgtcac 4080
 tgcccggctg tatgcgcgag gttaccgact gcggcctgag ttttttaagt gacgtaaaat 4140

cgtgttgagg ccaacgccc taatgcgggc tgttgcccgg catccaacgc cattcatggc 4200
 catatcaatg attttctggt gcgtaccggg ttgagaagcg gtgtaagtga actgcagttg 4260
 ccatgtttta cggcagtgag agcagagata ggcgtgatgt ccggcgggtgc ttttgccgtt 4320
 acgcaccacc ccgtcagtag ctgaacagga gggacagctg atagacacag aagccactgg 4380
 agcacctcaa aaacaccatc atacactaaa tcagtaagtt ggcagcatca cccataattg 4440
 tggtttcaaa atcgggtccg tcgatactat gttatacgcc aactttgaaa acaactttga 4500
 aaaagctggt ttctggtatt taaggtttta gaatgcaagg aacagtgaat tggagtccgt 4560
 cttgttataa ttagcttctt ggggtatctt taaatactgt agaaaagagg aaggaaataa 4620
 taaatggcta aaatgagaat atcaccggaa ttgaaaaaac tgatcgaaaa ataccgctgc 4680
 gtaaaagata cggaaggaat gtctcctgct aaggtatata agctgggtggg agaaaatgaa 4740
 aacctatatt taaaaatgac ggacagccgg tataaaggga ccacctatga tgtggaacgg 4800
 gaaaaggaca tgatgctatg gctggaagga aagctgcctg ttccaaaggt cctgcacttt 4860
 gaacggcatg atggctggag caatctgctc atgagtgagg ccgatggcgt cctttgctcg 4920
 gaagagtatg aagatgaaca aagccctgaa aagattatcg agctgtatgc ggagtgcac 4980
 aggctctttc actccatoga catatcggat tgtccctata cgaatagctt agacagccgc 5040
 ttagccgaat tggattactt actgaataac gatctggccg atgtggattg cgaaaactgg 5100
 gaagaagaca ctccatttaa agatccgcgc gagctgtatg attttttaa gacggaaaag 5160
 cccgaagagg aacttgtctt ttcccacggc gacctgggag acagcaacat ctttgtgaaa 5220
 gatggcaaag taagtggctt tattgatctt gggagaagcg gcagggcgga caagtggat 5280
 gacattgcct tctgcgtccg gtcgatcagg gaggatatcg gggaagaaca gtatgtcgag 5340
 ctattttttg acttactggg gatcaagcct gattgggaga aaataaaata ttatatttta 5400
 ctggatgaat tgttttagta cctagatgtg gcgcaacgat gccggcgaca agcaggagcg 5460
 caccgacttc ttccgcatca agtgtttttg ctctcaggcc gaggcccacg gcaagtat 5520
 gggcaagggg tcgctgggtat tcgtgcaggg caagattcgg aataccaagt acgagaagga 5580
 cggccagacg gtctacggga ccgacttcat tgccgataag gtggattatc tggacaccaa 5640
 ggcaccaggg ggggtcaaatc aggaataagg gcacattgcc ccggcgtgag tcggggcaat 5700
 cccgcaagga ggggtgaatga atcggacgtt tgaccggaag gcatacaggg aagaactgat 5760
 cgacgcgggg tttccgccc aggatgccga aaccatogca agccgcaccg tcatgcgtgc 5820
 gccccgcgaa accttccagt ccgtcggtc gatggtccag caagctacgg ccaagatcga 5880

gcgcgacagc gtgcaactgg ctccccctgc cctgcccgcg ccatcggccg cegtggagcg 5940
 ttcgctctgt ctgcaacagg aggcggcagg tttggcgaag tcgatgacca tcgacacgcg 6000
 aggaactatg acgaccaaga agcgaaaaac cgccggcgag gacctggcaa aacaggtcag 6060
 cgaggccaag caggccgcgt tgctgaaaca cacgaagcag cagatcaagg aaatgcagct 6120
 ttccttggtc gatattgcgc cgtggccgga cacgatgcga gcgatgcaa acgacacggc 6180
 ccgctctgcc ctgttcacca cgcgcaacaa gaaaatcccg cgcgaggcgc tgcaaaacaa 6240
 ggtcattttc cacgtcaaca aggacgtgaa gatcacctac accggcgctc agctgcgggc 6300
 cgacgatgac gaactggtgt ggcagcaggt gttggagtac gcgaagcgca cccctatcgg 6360
 cgagccgatc accttcacgt tctacgagct ttgccaggac ctgggctggg cgatcaatgg 6420
 ccggtattac acgaaggccg aggaatgcct gtcgcgccta caggcgacgg cgatgggctt 6480
 cacgtccgac cgcgttgggc acctggaatc ggtgtcgtg ctgcaccgct tccgcgtcct 6540
 ggaccgtggc aagaaaacgt cccgttgcca ggtcctgatc gacgaggaaa tcgtcgtgct 6600
 gtttgctggc gaccactaca cgaaattcat atgggagaag taccgcaagc tgtcgcgcac 6660
 ggcccgcagg atgttcgact atttcagctc gcaccgggag ccgtaccgc tcaagctgga 6720
 aaccttccgc ctcatgtgcg gatcggattc caccgcgctg aagaagtggc gcgagcaggt 6780
 cggcgaagcc tgcaagagt tgcgaggcag cggcctgggt gaacacgcct ggggtcaatga 6840
 tgacctgggt cattgcaaac gctagggcct tgtgggggtc gttccggctg ggggttcagc 6900
 agccagcgct ttactggcat ttcaggaaca agcgggcact gctcgacgca cttgcttcgc 6960
 tcagtatcgc tcgggacgca cggcgcgctc tacgaactgc cgataaacag aggattaaaa 7020
 ttgacaattg tgattaaggc tcagattcga cggcttgag cggccgacgt gcaggatttc 7080
 cgcgagatcc gattgtcggc cctgaagaaa gctccagaga tgttcgggtc cgtttacgag 7140
 cacgaggaga aaaagcccat ggaggcgctc gctgaacggt tgcgagatgc cgtggcattc 7200
 ggcgccctaca tcgacggcga gatcattggg ctgtcggctc tcaaacagga ggacggcccc 7260
 aaggacgctc acaaggcgca tctgtccggc gttttcgtgg agcccgaaca gcgaggccga 7320
 ggggtcgccg gtatgctgct gcgggcgctt ccggcgggtt tattgctcgt gatgatcgtc 7380
 cgacagattc caacgggaat ctggtggatg cgcattctca tcctcggcgc acttaattatt 7440
 tcgctattct ggagcttggt gtttatttcg gtctaccgcc tgccgggagg ggtcgcggcg 7500
 acggtaggcg ctgtgcagcc gctgatggtc gtgttcattc ctgccgtct gctaggtagc 7560
 ccgatacgat tgatggcggt cctgggggct atttgcggaa ctgcgggcgt ggcgctgttg 7620

gtgttgacac caaacgcagc gctagatcct gtcggcgctc cagcgggcct ggcgggggcg 7680
 gtttccatgg cgttcggaac cgtgctgacc cgcaagtggc aacctcccggt gcctctgctc 7740
 acctttaccg cctggcaact ggcggccgga ggacttctgc tcgttccagt agcttttagtg 7800
 tttgatccgc caatcccgat gcctacagga accaatgttc tcggcctggc gtggctcggc 7860
 ctgatcggag cgggtttaac ctacttcctt tggttccggg ggatctcgcg actcgaacct 7920
 acagttgttt ccttactggg ctttctcagc ccagatctg gggtcgatca gccggggatg 7980
 catcaggccg acagtcggaa cttcgggtcc ccgacctgta ccattcgggtg agcaatggat 8040
 aggggagttg atatcgtcaa cgttcacttc taaagaaata gcgccactca gcttcctcag 8100
 cggctttatc cagcgatttc ctattatgtc ggcatagttc tcaagatcga cagcctgtca 8160
 cggttaagcg agaaatgaat aagaaggctg ataattcgga tctctgcgag ggagatgata 8220
 tttgatcaca ggcagcaacg ctctgtcatc gttacaatca acatgctacc ctccgcgaga 8280
 tcatccgtgt ttcaaaccg gcagcttagt tgccgttctt ccgaatagca tcggtaacat 8340
 gagcaaagtc tgccgcctta caacggctct cccgctgacg ccgtcccgga ctgatgggct 8400
 gcctgtatcg agtggtgatt ttgtgccgag ctgccggctc gggagctgtt ggctggctgg 8460
 tggcaggata tattgtgggtg taaacaaatt gacgcttaga caacttaata acacattgcg 8520
 gacgttttta atgtactggg gtgggttttc ttttcaccag tgagacgggc aacagctgat 8580
 tgcccttcac cgectggccc tgagagagtt gcagcaagcg gtccacgctg gtttgcccca 8640
 gcaggcgaaa atcctgtttg atggtgggtc cgaaatcggc aaaatccctt ataaatcaaa 8700
 agaatagccc gagatagggg tgagtgttgt tccagtttgg aacaagagtc cactattaaa 8760
 gaacgtggac tccaacgtca aaggcgcaaa aaccgtctat cagggcgatg gccactacg 8820
 tgaaccatca cccaaataaa gttttttggg gtcgaggtgc cgtaaagcac taaatcgga 8880
 ccctaaaggg agcccccgat ttagagcttg acggggaaaag ccggcgaacg tggcgagaaa 8940
 ggaaggggaag aaagcgaaaag gagcggggcg cattcagggt gcgcaactgt tgggaagggc 9000
 gatcgggtgcg ggcctcttcg ctattacgcc agctggcgaa agggggatgt gctgcaaggc 9060
 gattaagttg ggtaacgcca gggttttccc agtcacgacg ttgtaaaacg acggccagtg 9120
 aattaattcc catcttgaag gaaatatagt ttaaataatt attgataaaa taacaagtca 9180
 ggtattatag tccaagcaaa aacataaatt tattgatgca agtttaaatt cagaaatatt 9240
 tcaataactg attatatcag ctggtacatt gccgtagatg aaagactgag tgcgatatta 9300
 tgtgtaatac ataaattgat gatatagcta gcttagctca tcgggggatc cgtcgaagct 9360

agcttgggtc cgcctcagaa gaactcgtca agaaggcgat agaaggcgat gcgctgcgaa 9420
 tcgggagcgg cgataccgta aagcacgagg aagcggtcag cccattcgcc gccaaagtct 9480
 tcagcaatat cacgggtagc caacgctatg tctgatagc ggtccgccac acccagccgg 9540
 ccacagtcga tgaatccaga aaagcggcca tttccacca tgatattcgg caagcaggca 9600
 tcgccatggg tcacgacgag atcctcgccg tcgggcatgc gcgccttgag cctggcgaac 9660
 agttcggctg gcgcgagccc ctgatgctct tcgtccagat catcctgac gacaagaccg 9720
 gcttccatcc gagtacgtgc tcgctcgatg cgatgtttcg cttggtggtc gaatgggcag 9780
 gtagccggat caagcgtatg cagccgccgc attgcatcag ccatgatgga tactttctcg 9840
 gcaggagcaa ggtgagatga caggagatcc tgccccggca cttcgcccaa tagcagccag 9900
 tcccttcccg cttcagtgac aacgtcgagc acagctgcgc aaggaacgcc cgtcgtggcc 9960
 agccacgata gccgcgctgc ctcgctctgc agttcattca gggcacccga caggtcggtc 10020
 ttgacaaaaa gaaccgggcg cccctgcgct gacagccgga acacggcggc atcagagcag 10080
 ccgattgtct gttgtgcca gtcatagccg aatagcctct ccaccaagc ggccggagaa 10140
 cctgcgtgca atccatcttg ttcaatccaa gctcccatgg gccctcgact agagtcgaga 10200
 tctggattga gagtgaatat gagactctaa ttggataccg aggggaattt atggaacgtc 10260
 agtggagcat ttttgacaag aaatatttgc tagctgatag tgacctagg cgacttttga 10320
 acgcgcaata atggtttctg acgtatgtgc ttagctcatt aaactccaga aaccgcggc 10380
 tgagtggctc cttcaacgtt gcggttctgt cagttccaaa cgtaaaacgg cttgtccgc 10440
 gtcacggcg ggggtcataa cgtgactccc ttaattctcc gtcatgac ttgatccct 10500
 gcgccatcag atccttggcg gcaagaaagc catccagttt actttgcagg gcttcccaac 10560
 cttaccagag ggcccccag ctggcaattc cggttcgctt gctgtccata aaaccgcca 10620
 gtctagctat cgccatgtaa gccactgca agctacctgc tttctcttg cgcttgctt 10680
 ttcccttgtc cagatagccc agtagctgac attcatccgg ggtcagcacc gtttctgcgg 10740
 actggcttcc tacgtgttcc gcttccttta gcagcccttg cgccctgagt gcttgccgca 10800
 gcgtgaagct tgcatgcctg caggctgacg gcgcgccgag ctctcgagc aaatttacac 10860
 attgccacta aacgtctaaa cccttgtaat ttgttttgt tttactatgt gtgttatgta 10920
 tttgatttgc gataaatttt tatatttggg actaaattta taacacctt tatgctaacg 10980
 tttgccaaca cttagcaatt tgcaagttga ttaattgatt ctaaattatt tttgtcttct 11040
 aaatacatat actaatcaac tggaaatgta aatatttgc aatatttcta ctataggaga 11100

attaaagtga gtgaatatgg taccacaagg tttggagatt taattgttgc aatgctgcat 11160
 ggatggcata tacaccaaac attcaataat tcttgaggat aataatggta ccacacaaga 11220
 tttgaggtgc atgaacgtca cgtggacaaa aggttttagta atttttcaag acaacaatgt 11280
 taccacacac aagttttgag gtgcatgcat ggatgccctg tggaaagttt aaaaatattt 11340
 tggaaatgat ttgcatggaa gccatgtgta aaaccatgac atccacttgg aggatgcaat 11400
 aatgaagaaa actacaaatt tacatgcaac tagttatgca tgtagtctat ataatgagga 11460
 ttttgcaata ctttcattca tacacactca ctaagtttta cacgattata atttcttcat 11520
 agccagcggg tccgatatcg ggcccgcctag cgttaaccct gctttaatga gatatgcgag 11580
 acgcctatga tcgcatgata tttgctttca attctgttgt gcacgttgta aaaaacctga 11640
 gcatgtgtag ctcagatcct taccgccggt ttcggttcat tctaataat atatcaccgc 11700
 ttactatcgt atttttatga ataataattct ccgttcaatt tactgattgt ccgtcgacga 11760
 attcgagctc ggcgcgccctc tagaggatcg atgaattcag atcggctgag tggctccttc 11820
 aacgttgccg ttctgtcagt tccaaacgta aaacggcttg tcccgcgtca tcggcggggg 11880
 tcataacgtg actcccttaa ttctccgctc atgatcagat tgctgtttcc cgccttcagt 11940
 ttaaaactatc agtgtttgac aggatatatt ggccgggtaaa cctaagagaa aagagcgttt 12000
 attagaataa tcggatatatt aaaagggcgt gaaaagggtt atccttcgct catttgatg 12060
 tgcatgccaa ccacagggtt cccca 12085

<210> 22
 <211> 12079
 <212> DNA
 <213> Unknown

<220>
 <223> pflanzlicher Expressionsvektor mit einer
 Promotor-Terminator-Expressionskassette

<400> 22
 gatctggcgc cggccagcga gacgagcaag attggccgcc gcccgaaacg atccgacagc 60
 gcgcccagca caggtgcgca ggcaaattgc accaacgcat acagcgccag cagaatgcc 120
 tagtgggccc tgacgtcggt cgagtgaacc agatcgcgca ggaggcccg cagcaccggc 180
 ataatacaggc cgatgccgac agcgtcgagc gcgacagtgc tcagaattac gatcaggggt 240
 atgttgggtt tcacgtctgg cctccggacc agcctccgct ggtccgattg aacgcgcgga 300
 ttctttatca ctgataagtt ggtggacata ttatgtttat cagtgataaa gtgtcaagca 360
 tgacaaagtt gcagccgaat acagtgatcc gtgccgcctt ggacctgttg aacgaggtcg 420

gcgtagacgg tctgacgaca cgcaaactgg cggaacgggtt ggggggttcag cagccggcgc 480
 tttactggca cttcaggaac aagcggggcgc tgctcgacgc actggccgaa gccatgctgg 540
 cggagaatca tacgcattcg gtgccgagag ccgacgacga ctggcgctca tttctgatcg 600
 ggaatgcccc cagcttcagg caggcgctgc tcgcctaccg cgatggcgcg cgcattccatg 660
 ccggcacgcg accggggcgca ccgcagatgg aaacggccga cgcgcagctt cgcttcctct 720
 gcgaggcggg tttttcggcc ggggacgccg tcaatgcgct gatgacaatc agctacttca 780
 ctgttggggc cgtgcttgag gagcaggccg gcgacagcga tgccggcgag cgcggcggca 840
 ccgttgaaca ggctccgctc tcgccgctgt tgccggccgc gatagacgcc ttcgacgaag 900
 ccggtccgga cgcagcgctt gagcaggggac tcgcgggtgat tgctgatgga ttggcgaaaa 960
 ggaggctcgt tgctcaggaac gttgaaggac cgagaaaggg tgacgattga tcaggaccgc 1020
 tgccggagcg caaccactc actacagcag agccatgtag acaacatccc ctcccccttt 1080
 ccaccgcgtc agacgcccgt agcagcccg c tacgggcttt ttcattgccct gccctagcgt 1140
 ccaagcctca cggccgcgct cggcctctct ggccggccttc tggcgctctt ccgcttcctc 1200
 gctcaactgac tcgctgcgct cggctcgttcg gctgcggcga gcggtatcag ctcaactcaa 1260
 ggccgtaata cggttatcca cagaatcagg ggataacgca ggaaagaaca tgtgagcaaa 1320
 aggccagcaa aaggccagga accgtaaaaa ggccgcgctg ctggcgcttt tccataggct 1380
 ccgccccctt gacgagcatc acaaaaatcg acgctcaagt cagagggtggc gaaacccgac 1440
 aggactataa agataccagg cgtttccccc tggaagctcc ctcgtgcgct ctctgtttcc 1500
 gaccctgccg cttaccggat acctgtccgc ctttctccct tcgggaagcg tggcgctttt 1560
 ccgctgcata accctgcttc ggggtcatta tagcgatttt ttcggtatat ccatcctttt 1620
 tcgcacgata tacaggattt tgccaaaggg ttcgtgtaga ctttccttgg tgtatccaac 1680
 ggcgtcagcc gggcaggata ggtgaagtag gccaccgcg gagcgggtgt tccttcttca 1740
 ctgtccctta ttcgcacctg gcggtgctca acgggaatcc tgctctgcga ggctggccgg 1800
 ctaccgccgg cgtaacagat gagggcaagc ggatggctga tgaaaccaag ccaaccagga 1860
 agggcagccc acctatcaag gtgtactgcc ttccagacga acgaagagcg attgaggaaa 1920
 aggcggcggc ggccggcatg agcctgtcgg cctacctgct ggccgtcggc cagggttaca 1980
 aaatcacggg cgtcgtggac tatgagcacg tccgcgagct ggcccgcatc aatggcgacc 2040
 tgggccgcct gggcggcctg ctgaaactct ggctcacgga cgaccgcgc acggcgcggt 2100
 tcggtgatgc cagatcctc gccctgctgg cgaagatcga agagaagcag gacgagcttg 2160

gcaagggtcat gatgggctg gtccgcccga gggcagagcc atgacttttt tagccgctaa 2220
 aacggccggg ggggtgcgct gattgccaag cacgtcccca tgcgctccat caagaagagc 2280
 gacttcgcgg agctggtgaa gtacatcacc gacgagcaag gcaagaccga gcgcctttgc 2340
 gacgtcacc gggctggttg ccctcgccgc tgggctggcg gccgtctatg gccctgcaaa 2400
 cgcgccagaa acgccgtcga agccgtgtgc gagacaccgc ggccgcccgc gttgtggata 2460
 cctcgcgga aacttggccc tctactgacag atgaggggcg gacgttgaca cttgaggggc 2520
 cgactcacc ggcgccgctg tgacagatga ggggcaggct cgatttcggc cggcgacgtg 2580
 gagctggcca gcctcgcaaa tcggcgaaaa cgcctgattt tacgcgagtt tcccacagat 2640
 gatgtggaca agcctgggga taagtgcct gcggtattga cacttgaggg gcgcgactac 2700
 tgacagatga ggggcgcgat ccttgacact tgaggggcag agtgctgaca gatgaggggc 2760
 gcacctattg acatttgagg ggctgtccac aggcagaaaa tccagcattt gcaaggggtt 2820
 ccgcccgttt ttccggccacc gctaacctgt cttttaacct gcttttaaac caatatttat 2880
 aaaccttggt ttttaaccagg gctgcgccct gtgcgcgtga ccgcgcacgc cgaagggggg 2940
 tgccccccct tctcgaacct tcccggcccc ctaacgcggg cctcccatcc ccccaggggc 3000
 tgccccctc ggccgcgaac ggcctcacc caaaaatggc agcgctggca gtccttgcca 3060
 ttgccgggat cggggcagta acgggatggg cgatcagccc gagcgcgacg cccggaaagca 3120
 ttgacgtgcc gcaggtgctg gcatcgacat tcagcgacca ggtgccgggc agtgagggcg 3180
 gcggcctggg tggcggcctg cccttcactt cggccgtcgg ggcattcacg gacttcattg 3240
 cggggccggc aatttttacc ttgggcattc ttggcatagt ggtcgcgggt gccgtgctcg 3300
 tgttcggggg tgcgataaac ccagcgaacc atttgaggtg ataggtaaga ttataccgag 3360
 gtatgaaaac gagaattgga cttttacaga attactctat gaagcgccat atttaaaaag 3420
 ctaccaagac gaagaggatg aagaggatga ggaggcagat tgccttgaat atattgacaa 3480
 tactgataag ataatatatc ttttatatag aagatatcgc cgtatgtaag gatttcaggg 3540
 ggcaaggcat aggcagcgcg cttatcaata tatctataga atgggcaaag cataaaaact 3600
 tgcattggact aatgcttgaa acccaggaca ataaccttat agcttgtaaa ttctatcata 3660
 attgggtaat gactccaact tattgatagt gttttatggt cagataatgc ccgatgactt 3720
 tgtcatgcag ctccaccgat tttgagaacg acagcgactt ccgtcccagc cgtgccagg 3780
 gctgcctcag attcagggtta tgccgctcaa ttcgctgcgt atatcgcttg ctgattacgt 3840
 gcagctttcc cttcaggcgg gattcataca gcggccagcc atccgtcatc catatcacca 3900

cgtcaaaggg tgacagcagg ctcataagac gccccagcgt cgccatagtg cgttcaccga 3960
 atacgtgcgc aacaaccgtc ttccggagac tgtcatacgc gtaaaacagc cagcgctggc 4020
 gcgatttagc cccgacatag cccactggt cgtccatttc cgcgcagacg atgacgtcac 4080
 tgccccgctg tatgcgcgag gttaccgact gcggcctgag ttttttaagt gacgtaaaat 4140
 cgtgttgagg ccaacgcccc taatgcgggc tgttgcccgg catccaacgc cattcatggc 4200
 catatcaatg attttctggt gcgtaccggg ttgagaagcg gtgtaagtga actgcagttg 4260
 ccatgtttta cggcagtgag agcagagata gcgctgatgt ccggcgggtgc ttttgccgtt 4320
 acgcaccacc ccgtcagtag ctgaacagga gggacagctg atagacacag aagccactgg 4380
 agcacctcaa aaacaccatc atacactaaa tcagtaagtt ggcagcatca cccataattg 4440
 tggtttcaaa atcgggtccg tcgatactat gttatacgcc aactttgaaa acaactttga 4500
 aaaagctggt ttctggtatt taaggtttta gaatgcaagg aacagtgaat tggagttcgt 4560
 cttgttataa ttagcttctt ggggtatctt taaatactgt agaaaagagg aaggaaataa 4620
 taaatggcta aatgagaat atcaccggaa ttgaaaaaac tgatcgaaaa ataccgctgc 4680
 gtaaaagata cggaaggaat gtctctgct aaggtatata agctggtggg agaaaatgaa 4740
 aacctatatt taaaaatgac ggacagccgg tataaaggga ccacctatga tgtggaacgg 4800
 gaaaaggaca tgatgctatg gctggaagga aagctgcctg ttccaaaggt cctgcacttt 4860
 gaacggcatg atggctggag caatctgctc atgagtgagg ccgatggcgt cctttgctcg 4920
 gaagagtatg aagatgaaca aagccctgaa aagattatcg agctgtatgc ggagtgcac 4980
 aggctctttc actccatcga catatcggat tgtccctata cgaatagctt agacagccgc 5040
 ttagccgaat tggattactt actgaataac gatctggccg atgtggattg cgaaaactgg 5100
 gaagaagaca ctccatttaa agatccgcgc gagctgtatg attttttaa gacggaaaag 5160
 cccgaagagg aacttgtctt ttcccacggc gacctgggag acagcaacat ctttgtgaaa 5220
 gatggcaaag taagtggctt tattgatctt gggagaagcg gcagggcgga caagtggat 5280
 gacattgctt tctgcgtccg gtcgatcagg gaggatatcg gggaagaaca gtatgtcgag 5340
 ctatTTTTTg acttactggg gatcaagcct gattgggaga aaataaaata ttatatTTTa 5400
 ctggatgaat tgTTTTtagta cctagatgtg gcgcaacgat gccggcgaca agcaggagcg 5460
 caccgacttc ttccgcatca agtgTTTTtg ctctcaggcc gaggcccacg gcaagtattt 5520
 gggcaagggg tcgctggatc tcgtgcaggg caagattcgg aataccaagt acgagaagga 5580
 cggccagacg gtctacggga ccgacttcat tgccgataag gtggattatc tggacaccaa 5640

ggcaccaggc ggggtcaaate aggaataagg gcacattgcc ccggcgtgag tccggggcaat 5700
 cccgcaagga ggggtgaatga atcggacgtt tgaccggaag gcatacaggc aagaactgat 5760
 cgacgcgggg ttttccgccg aggatgccga aaccatcgca agccgcaccg tcatgcgtgc 5820
 gccccgcgaa accttccagt ccgtcggctc gatgggtccag caagctacgg ccaagatcga 5880
 gcgcgacagc gtgcaactgg ctccccctgc cctgccccgc ccatcggccg ccgtggagcg 5940
 ttgcgctcgt ctcgaaacagg agggcgacgg tttggcgaag tcgatgacca tcgacacgcg 6000
 aggaactatg acgaccaaga agcgaaaaac cgccggcgag gacctggcaa aacaggtcag 6060
 cgaggccaag caggccgcgt tgctgaaaca cacgaagcag cagatcaagg aaatgcagct 6120
 ttccctgttc gatattgcgc cgtggccgga cacgatgcga gcgatgccaa acgacacggc 6180
 ccgctctgcc ctgttcacca cgcgcaacaa gaaaatcccg cgcgaggcgc tgcaaaacaa 6240
 ggtcattttc cacgtcaaca aggacgtgaa gatcacctac accggcgtcg agctgcgggc 6300
 cgacgatgac gaactgggtg ggcagcaggt gttggagtac gcgaagcgca cccctatcgg 6360
 cgagccgac accttcacgt tctacgagct ttgccaggac ctgggctggg cgatcaatgg 6420
 ccggtattac acgaaggccg aggaatgcct gtgcgccta caggcgacgg cgatgggctt 6480
 cacgtccgac cgcgttgggc acctggaatc ggtgtcgtg ctgcaccgct tccgcgtcct 6540
 ggaccgtggc aagaaaacgt cccgttgcca ggtcctgac gacgaggaaa tcgtcgtgct 6600
 gtttgctggc gaccactaca cgaaattcat atgggagaag taccgcaagc tgtcgccgac 6660
 ggcccagcg atgttcgact atttcagctc gcaccgggag ccgtaccgc tcaagctgga 6720
 aaccttccgc ctcatgtgcg gatcggatc caccgcgtg aagaagtggc gcgagcaggt 6780
 cggcgaagcc tgcaagagt tgcgaggcag cggcctggg gaacacgcct ggggtcaatga 6840
 tgacctggg cattgcaaac gctagggcct tgtggggtca gttccggctg ggggttcagc 6900
 agccagcgct ttactggcat ttcaggaaca agcgggcact gctcgacgca cttgcttcgc 6960
 tcagtatcgc tcgggacgca cggcgcgctc tacgaactgc cgataaacag aggattaaaa 7020
 ttgacaattg tgattaaggc tcagattcga cggcttggag cggccgacgt gcaggatttc 7080
 cgcgagatcc gattgtcggc cctgaagaaa gctccagaga tggtcgggtc cgtttacgag 7140
 cacgaggaga aaaagcccat ggaggcgttc gctgaacggt tgcgagatgc cgtggcattc 7200
 ggcgcctaca tcgacggcga gatcattggg ctgtcggctt tcaaacagga ggacggcccc 7260
 aaggacgctc acaaggcgca tctgtccggc gttttcgtgg agcccgaaac gcgaggccga 7320
 ggggtcggcg gtatgctgct gcgggcggtt ccggcggtt tattgctcgt gatgatcgtc 7380

cgacagattc caacgggaat ctggtggatg cgcattctca tcctcggcgc acttaatat 7440
 tcgctattct ggagcttggt gtttatttcg gtctaccgcc tgccgggcgg ggtcgcggcg 7500
 acggtaggcg ctgtgcagcc gctgatggtc gtgttcatct ctgccgctct gctaggtagc 7560
 ccgatacgat tgatggcggg cctgggggct atttgcgga ctgcgggcgt ggcgctgttg 7620
 gtgttgacac caaacgcagc gctagatcct gtcggcgctc cagcgggcct ggcggggggcg 7680
 gtttccatgg cgttcggaac cgtgctgacc cgcaagtggc aacctcccg gcctctgctc 7740
 acctttaccg cctggcaact ggcgggccga ggacttctgc tcgttccagt agcttttagtg 7800
 tttgatccgc caatcccgat gcctacagga accaatgttc tcggcctggc gtggctcggc 7860
 ctgatcggag cgggtttaac ctacttcctt tggttccggg ggatctcgcg actcgaacct 7920
 acagttgttt ccttactggg ctttctcagc cccagatctg gggtcgatca gccgggggatg 7980
 catcaggccg acagtcggaa cttcgggtcc ccgacctgta ccattcgggtg agcaatggat 8040
 aggggagttg atatcgtcaa cgttcacttc taaagaaata gcgccactca gcttcctcag 8100
 cggctttatc cagcgatttc ctattatgtc ggcatagtcc tcaagatcga cagcctgtca 8160
 cggttaagcg agaaatgaat aagaaggctg ataattcgga tctctgcgag ggagatgata 8220
 tttgatcaca ggcagcaacg ctctgtcatc gttacaatca acatgctacc ctccgcgaga 8280
 tcatccgtgt ttcaaaccgg gcagcttagt tgccgttctt ccgaatagca tcggtaacat 8340
 gagcaaagtc tgccgcctta caacggctct cccgctgacg ccgtcccga ctgatgggct 8400
 gcctgtatcg agtgggtgatt ttgtgccgag ctgccggctc gggagctggt ggctggctgg 8460
 tggcaggata tattgtggtg taaacaaatt gacgcttaga caacttaata acacattgcg 8520
 gacgttttta atgtactggg gtgggttttc ttttcaccag tgagacgggc aacagctgat 8580
 tgcccttcaq cgcctggccc tgagagagtt gcagcaagcg gtccacgctg gtttgcccca 8640
 gcaggcgaaa atcctgtttg atggtggttc cgaaatcggc aaaatccctt ataaatcaaa 8700
 agaatagccc gagatagggt tgagtgttgt tccagtttgg aacaagagtc cactattaaa 8760
 gaacgtggac tccaacgtca aagggcgaaa aaccgtctat cagggcgatg gccactacg 8820
 tgaaccatca cccaaatcaa gttttttggg gtgcaggtgc cgtaaagcac taaatcgga 8880
 ccctaaaggg agccccgat ttagagcttg acgggggaaag ccggcgaacg tggcgagaaa 8940
 ggaaggggag aaagcgaaaag gagcgggcgc cattcaggct gcgcaactgt tgggaagggc 9000
 gatcgggtgcg ggcctcttcg ctattacgcc agctggcgaa aggggggatgt gctgcaaggc 9060
 gattaagttg ggtaacgcca gggttttccc agtcacgacg ttgtaaaacg acggccagt 9120

aattaattcc catcttgaaa gaaatatagt ttaaataattt attgataaaa taacaagtca 9180
ggtattatag tccaagcaaa aacataaatt tattgatgca agtttaaatt cagaaatatt 9240
tcaataactg attatatcag ctggtacatt gccgtagatg aaagactgag tgcgatatta 9300
tgtgtaatac ataaattgat gatatagcta gcttagctca tcgggggatc cgtcgaagct 9360
agcttgggtc ccgctcagaa gaactcgtca agaaggcgat agaaggcgat gcgctgcgaa 9420
tcgggagcgg cgataccgta aagcacgagg aagcggtcag cccattcgcc gccaaagctct 9480
tcagcaatat cacgggtagc caacgctatg tcctgatagc ggtccgccac acccagccgg 9540
ccacagtcga tgaatccaga aaagcggcca tttccacca tgatattcgg caagcaggca 9600
tcgccatggg tcacgacgag atcctcgccg tcgggcatgc gcgccttgag cctggcgaac 9660
agttcggctg gcgcgagccc ctgatgctct tcgtccagat catcctgatc gacaagaccg 9720
gcttccatcc gagtacgtgc tcgctcgatg cgatgtttcg cttggtggtc gaatgggcag 9780
gtagccgat caagcgtatg cagccgccgc attgcatcag ccatgatgga tactttctcg 9840
gcaggagcaa ggtgagatga caggagatcc tgccccggca ctccgccaa tagcagccag 9900
tcccttcccg cttcagtgc aacgtcgagc acagctgcgc aaggaaacgc cgtcgtggcc 9960
agccacgata gccgcgctgc ctcgctcctgc agttcattca gggcaccgga caggtcggtc 10020
ttgacaaaaa gaaccgggcg cccctgcgct gacagccgga acacggcggc atcagagcag 10080
ccgattgtct gttgtgcca gtcatagcg aatagcctct ccaccaagc ggccggagaa 10140
cctgcgtgca atccatcttg ttcaatcaa gctccatgg gccctcgact agagtcgaga 10200
tctggattga gagtgaatat gagactctaa ttggataccg aggggaattt atggaacgtc 10260
agtggagcat ttttgacaag aaatatttgc tagctgatag tgaccttagg cgacttttga 10320
acgcgcaata atggtttctg acgtatgtgc ttagctcatt aaactccaga aaccgcggc 10380
tgagtggctc cttcaacgtt gcggttctgt cagttccaaa cgtaaaacgg cttgtccgc 10440
gtcatcggcg ggggtcataa cgtgactccc ttaattctcc gtcgatgatc ttgatccct 10500
gcgccatcag atccttggcg gcaagaaagc catccagttt actttgcagg gcttcccaac 10560
cttaccagag ggcccccag ctggcaattc cggttcgctt gctgtccata aaaccgcca 10620
gtctagctat cgccatgtaa gccactgca agctacctgc tttctctttg cgcttgcggt 10680
ttcccttgtc cagatagccc agtagctgac attcatccgg ggtcagcacc gtttctgcgg 10740
actggcttcc tacgtgttcc gtttcttta gcagcccttg cgccctgagt gcttgcgga 10800
gcgtgaagct tgcatgcctg caggctgacg gcgcgccgag ctctcgagc aaatttacac 10860

attgccacta aacgtctaaa cccttgtaat ttgtttttgt tttactatgt gtgttatgta 10920
 tttgatttgc gataaatttt tatatttggg actaaattta taacaccttt tatgctaacg 10980
 tttgccaca cttagcaatt tgcaagttga ttaattgatt ctaaattatt tttgtcttct 11040
 aaatacatat actaatcaac tggaaatgta aatatttgct aatatttcta ctataggaga 11100
 attaaagtga gtgaatatgg taccacaagg tttggagatt taattgttgc aatgctgcat 11160
 ggatggcata tacaccaaac attcaataat tcttgaggat aataatggta ccacacaaga 11220
 tttgaggtgc atgaacgtca cgtggacaaa aggttttagta atttttcaag acaacaatgt 11280
 taccacacac aagttttgag gtgcatgcat ggatgccctg tggaaagttt aaaaatattt 11340
 tggaaatgat ttgcatggaa gccatgtgta aaaccatgac atccacttgg aggatgcaat 11400
 aatgaagaaa actacaaatt tacatgcaac tagttatgca tgtagtctat ataatgagga 11460
 ttttgcaata ctttcattca tacacactca ctaagtttta cagattata atttcttcat 11520
 agccagcaga tctgccggca tcgatcccg gccatggcct gctttaatga gatatgag 11580
 acgcctatga tcgcatgata tttgctttca attctgttgt gcacgttgta aaaaacctga 11640
 gcatgtgtag ctcagatcct taccgccggg ttcggttcat tctaataat atatcacccg 11700
 ttactatcgt atttttatga ataatttct cgttcaatt tactgattgt ccgtcgacga 11760
 gctcggcgcg cctctagagg atcgatgaat tcagatcggc tgagtggctc cttcaacgtt 11820
 gcggttctgt cagttccaaa cgtaaaaagg cttgtccgc gtcacggcg ggggtcataa 11880
 cgtgactccc ttaattctcc gtcgatgac agattgtcgt ttccgcctt cagtttaaac 11940
 tatcagtgtt tgacaggata tattggcggg taaacctaag agaaaagagc gtttattaga 12000
 ataatcggat atttaaaagg gcgtgaaaag gtttatcctt cgtccatttg tatgtgcatg 12060
 ccaaccacag ggttcccca 12079

<210> 23

<211> 13002

<212> DNA

<213> Unknown

<220>

<223> pflanzlicher Expressionsvektor mit zwei
Promotor-Terminator-Expressionskassetten

<400> 23

gatctggcgc cggccagcga gacgagcaag attggccgcc gcccgaaacg atccgacagc 60

gcgcccagca caggtgcgca ggcaaattgc accaacgcat acagcgccag cagaatgcca 120

tagtgggagg tgacgtcggt cgagtgaacc agatcgcgca ggaggcccg cagcaccggc 180
 ataatacaggc cgtatgccgac agcgtcgagc ggcacagtgc tcagaattac gatcaggggt 240
 atgttgggtt tcacgtctgg cctccggacc agcctccgct ggtccgattg aacgcgcgga 300
 ttctttatca ctgataagtt ggtggacata ttatgtttat cagtgataaa gtgtcaagca 360
 tgacaaagtt gcagccgaat acagtgatcc gtgccgccct ggacctgttg aacgaggtcg 420
 gcgtagacgg tctgacgaca cgaaactgg cggaacgggt ggggggttcag cagccggcgc 480
 tttactggca cttcaggaac aagcgggccc tgctcgacgc actggccgaa gccatgctgg 540
 cggagaatca tacgcattcg gtgccgagag ccgacgacga ctggcgctca tttctgatcg 600
 ggaatgcccg cagcttcagg caggegtgc tcgcctaccg cgatggcgcg cgcattccatg 660
 ccggcacgcg accggggcgca ccgcagatgg aaacggccga cgcgacgctt cgcttctct 720
 gcgaggcggg tttttcgcc ggggacgccc tcaatggcgt gatgacaatc agctacttca 780
 ctgttggggc cgtgcttgag gagcaggccg ggcacagcga tgccggcgag cgcggcggca 840
 ccgttgaaca ggctccgctc tcgccgctgt tgccggccgc gatagacgcc ttcgacgaag 900
 ccggtccgga cgcagcgctc gagcaggac tcgcggtgat tgcgatgga ttggcgaaaa 960
 ggaggctcgt tctcaggaac gttgaaggac cgagaaaggg tgacgattga tcaggaccgc 1020
 tgccggagcg caaccactc actacagcag agccatgtag acaacatccc ctcccccttt 1080
 ccaccgctc agacgcccgt agcagccgc tacgggcttt ttcattgccct gccctagcgt 1140
 ccaagcctca cggccgctc cgccctctct ggccgcttc tggcgctctt ccgcttctc 1200
 gctcactgac tcgctgcgtc cggctgcttc gctgcggcga gcggtatcag ctactcaaa 1260
 ggccgtaata cggttatcca cagaatcagg ggataacgca ggaaagaaca tgtgagcaaa 1320
 aggccagcaa aaggccagga accgtaaaaa ggccgcttg ctggcgcttt tccataggct 1380
 ccgccccct gacgagcatc aaaaaatcg acgctcaagt cagaggtggc gaaacccgac 1440
 aggactataa agataccagg cgtttcccc tggaagctcc ctctgctcgt ctctgttcc 1500
 gacctgccc cttaccggat acctgtccc ctttctccct tcgggaagcg tggcgctttt 1560
 ccgctgcata acctgcttc ggggtcatta tagcgatttt ttcggtatat ccatcctttt 1620
 tcgcacgata tacaggattt tgccaaaggg ttcgtgtaga ctttcttgg tgtatccaac 1680
 ggcgtcagcc gggcaggata ggtgaagtag gccacccgc gagcgggtgt tccttcttca 1740
 ctgtccctta ttcgcacctg gcggtgctca acgggaatcc tgctctgca ggctggccgg 1800
 ctaccgcccg cgtaacagat gagggaagc ggatggctga tgaaaccaag ccaaccagga 1860

agggcagccc acctatcaag gtgtactgcc ttccagacga acgaagagcg attgaggaaa 1920
 aggcggcggc ggccggcatg agcctgtcgg cctacctgct ggccgtcggc cagggtaca 1980
 aaatcacggg cgtcgtggac tatgagcacg tccgcgagct ggcccgcac aatggcgacc 2040
 tgggcccgcct gggcggcctg ctgaaactct ggctcaccga cgaccgcgc acggcgcggt 2100
 tcggtgatgc cagcatcctc gccctgtggt cgaagatcga agagaagcag gacgagcttg 2160
 gcaaggatcat gatgggcgtg gtccgcccga gggcagagcc atgacttttt tagccgctaa 2220
 aacggccggg ggggtgcgct gattgccaag cacgtcccca tgcgctccat caagaagagc 2280
 gacttcgcgg agctgggtgaa gtacatcacc gacgagcaag gcaagaccga gcgcctttgc 2340
 gacgctcacc gggctgggtg ccctcgccgc tgggctggcg gccgtctatg gccctgcaa 2400
 cgcgccagaa acgccgtcga agccgtgtgc gagacaccgc ggccgcggc gttgtggata 2460
 cctcgcgga aacttggccc tcaactgacag atgaggggcg gacgttgaca cttgaggggc 2520
 cgactcacc ggcgcgcgct tgacagatga ggggcaggct cgatttcggc cggcgacgtg 2580
 gagctggcca gcctcgcaaa tcggcgaaaa cgctgattt tacgcgagtt tcccacagat 2640
 gatgtggaca agcctgggga taagtgccct gcggtattga cacttgaggg gcgcgactac 2700
 tgacagatga ggggcgcgat ccttgacact tgaggggcag agtgctgaca gatgaggggc 2760
 gcacctattg acatttgagg ggctgtccac aggcagaaaa tccagcattt gcaagggttt 2820
 ccgcccgttt ttcggccacc gctaacctgt cttttaacct gcttttaaac caatatttat 2880
 aaaccttgtt ttaaccagg gctgcgcct gtgcgcgtga ccgcgcacgc cgaagggggg 2940
 tgccccccct tctcgaacc tccggcccc ctaacgcggg cctcccatcc cccaggggc 3000
 tgccccctc ggccgcgaac ggccctcacc caaaaatggc agcgttgga gtccttgcca 3060
 ttgccgggat cggggcagta acgggatggg cgatcagccc gagcgcgacg cccggaagca 3120
 ttgacgtgcc gcaggtgctg gcacgacat tcagcgacca ggtgccgggc agtgagggcg 3180
 gcggcctggg tggcggcctg cccttcactt cggccgtcgg ggcattcacg gacttcatgg 3240
 cggggccggc aatttttacc ttgggcattc ttggcatagt ggtcggggt gccgtgctcg 3300
 tgttcggggg tgcgataaac ccagcgaacc atttgaggtg ataggtaaga ttataccgag 3360
 gtatgaaaac gagaattgga cttttacaga attactctat gaagcgccat atttaaaaag 3420
 ctaccaagac gaagaggatg aagaggatga ggaggcagat tgccttgaat atattgacaa 3480
 tactgataag ataatatatc ttttatatag aagatatcgc cgtatgtaag gatttcaggg 3540
 ggcaaggcat aggcagcgcg cttatcaata tatctataga atgggcaaag cataaaaact 3600

tgcattgact aatgcttgaa acccaggaca ataaccttat agcttgtaaa ttctatcata 3660
 attgggtaat gactccaact tattgatagt gttttatggt cagataatgc ccgatgactt 3720
 tgtcatgcag ctccaccgat tttgagaacg acagcgactt ccgtcccagc cgtgccaggt 3780
 gctgcctcag attcagggtta tgccgctcaa ttcgctgcgt atatcgcttg ctgattacgt 3840
 gcagctttcc cttcaggcgg gattcataca gcgccagcc atccgtcatc catatcacca 3900
 cgtcaaaggg tgacagcagg ctcataagac gccccagcgt cgccatagtg cgttcaccga 3960
 atacgtgcgc aacaaccgtc ttccggagac tgtcatacgc gtaaaacagc cagcgctggc 4020
 gogatttagc cccgacatag cccactggt cgtccatttc cgcgcagacg atgacgtcac 4080
 tgcccggctg tatgcgcgag gttaccgact gggcgctgag ttttttaagt gacgtaaaat 4140
 cgtgttgagg ccaacgccc taatgcgggc tgttgcccg catccaacgc cattcatggc 4200
 catatcaatg attttctggt gcgtaccggg ttgagaagcg gtgtaagtga actgcagttg 4260
 ccatgtttta cggcagtgag agcagagata gcgctgatgt cggcggtgc ttttgccgtt 4320
 acgcaccacc ccgtcagtag ctgaacagga gggacagctg atagacacag aagccactgg 4380
 agcacctcaa aaacaccatc atactaaa tcagtaagtt ggcagcatca ccataattg 4440
 tggtttcaaa atcggctccg tcgatactat gttatacgc aactttgaa acaactttga 4500
 aaaagctggt ttctggtatt taaggtttta gaatgcaagg aacagtgaat tggagttcgt 4560
 cttgttataa ttagcttctt ggggtatctt taaatactgt agaaaagagg aaggaaataa 4620
 taaatggcta aaatgagaat atcacggaa ttgaaaaaac tgatcgaaaa ataccgctgc 4680
 gtaaaagata cggaaggaat gtctcctgct aaggtatata agctggtggg agaaaatgaa 4740
 aacctatatt taaaaatgac ggacagccgg tataaaggga ccacctatga tgtggaacgg 4800
 gaaaaggaca tgatgctatg gctggaagga aagctgcctg ttccaaaggc cctgcacttt 4860
 gaacggcatg atggctggag caatctgctc atgagtgagg ccgatggcgt ctttgctcg 4920
 gaagagtatg aagatgaaca aagccctgaa aagattatcg agctgtatgc ggagtgcac 4980
 aggctctttc actccatcga catatcggt tgtccctata cgaatagctt agacagccgc 5040
 ttagccgaat tggattactt actgaataac gatctggcgg atgtggattg cgaaaactgg 5100
 gaagaagaca ctccatttaa agatccgcgc gagctgtatg attttttaa gacggaaaag 5160
 cccgaagagg aacttgtctt ttcccacggc gacctgggag acagcaacat ctttgtgaaa 5220
 gatggcaaag taagtggctt tattgatctt gggagaagcg gcagggcgga caagtggat 5280
 gacattgcct tctgcgtccg gtcgatcagg gaggatatcg gggaagaaca gtatgtcgag 5340

ctatatttttg acttactggg gatcaagcct gattgggaga aaataaaata ttatatttta 5400
 ctggatgaat tgttttagta cctagatgtg gcgcaacgat gccggcgaca agcaggagcg 5460
 caccgacttc ttccgcatca agtgttttgg ctctcaggcc gagggccacg gcaagtattt 5520
 gggcaagggg tcgctggtat tcgtgcaggg caagattcgg aataccaagt acgagaagga 5580
 cggccagacg gtctacggga ccgacttcat tgccgataag gtggattatc tggacaccaa 5640
 ggcaccaggc ggggtcaaac aggaataagg gcacattgcc ccggcgtgag tcggggcaat 5700
 cccgcaagga ggggtgaatga atcggacgtt tgaccggaag gcatacaggc aagaactgat 5760
 cgacgcgggg ttttccgccg aggatgccga aaccatcgca agccgcaccg tcatgctgc 5820
 gccccgcgaa accttccagt ccgtcggctc gatggtccag caagctacgg ccaagatcga 5880
 gcgcgacagc gtgcaactgg ctccccctgc cctgcccgcg ccatcggccg ccgtggagcg 5940
 ttcgctcgt ctcgaaacagg aggcggcagg tttggcgaag tcgatgacca tcgacacgcg 6000
 aggaactatg acgaccaaga agcgaaaaac cgccggcgag gacctggcaa aacaggtcag 6060
 cgaggccaag caggccgcgt tgctgaaaca cacgaagcag cagatcaagg aaatgcagct 6120
 ttccttggtc gatattgcgc cgtggccgga cacgatgcga gcgatgcaa acgacacggc 6180
 ccgctctgcc ctgttcacca cgcgcaacaa gaaaatcccg cgcgaggcgc tgcaaaacaa 6240
 ggtcattttc cacgtcaaca aggacgtgaa gatcacctac accggcgtcg agctgcgggc 6300
 cgacgatgac gaactggtgt ggcagcaggt gttggagtac gcgaagcgca cccctatcgg 6360
 cgagccgatc accttcacgt tctacgagct ttgccaggac ctgggctggt cgatcaatgg 6420
 ccggtattac acgaaggccg aggaatgcct gtcgcgccta caggcgacgg cgatgggctt 6480
 cacgtccgac cgcgttgggc acctggaatc ggtgtcgtc ctgcaccgct tccgcgtcct 6540
 ggaccgtggc aagaaaacgt cccgttgcca ggtcctgatc gacgaggaaa tcgtcgtgct 6600
 gtttgctggc gaccactaca cgaaattcat atgggagaag taccgcaagc tgtcgccgac 6660
 ggcccagcgg atgttcgact atttcagctc gcaccgggag ccgtaccgcg tcaagctgga 6720
 aaccttccgc ctcatgtgcg gatcggattc caccgcgctg aagaagtggc gcgagcaggt 6780
 cggcgaagcc tgcgaagagt tgcgaggcag cggcctggtg gaacacgcct ggggtcaatga 6840
 tgacctggtg cattgcaaac gctagggcct tgtgggggtca gttccggctg ggggttcagc 6900
 agccagcgct ttactggcat ttcaggaaca agcgggcact gctcgacgca cttgcttcgc 6960
 tcagtatcgc tcgggacgca cggcgcgctc tacgaactgc cgataaacag aggattaaaa 7020
 ttgacaattg tgattaaggc tcagattcga cggcttggag cggccgacgt gcaggatttc 7080

cgcgagatcc gattgtcggc cctgaagaaa gctccagaga tgttcgggtc cgtttacgag 7140
 cacgaggaga aaaagcccat ggaggcggtc gctgaacggt tgcgagatgc cgtggcattc 7200
 ggcgcctaca tcgacggcga gatcattggg ctgtcgggtc tcaaacagga ggacggcccc 7260
 aaggacgctc acaaggcgca tctgtccggc gttttcgtgg agcccgaaca gcgaggccga 7320
 ggggtcggcg gtatgctgct gcgggcggtt ccggcgggtt tattgctcgt gatgatcgtc 7380
 cgacagattc caacgggaat ctggtggatg cgcattctca tcctcggcgc acttaatt 7440
 tcgctattct ggagcttggt gtttatttcg gtctaccgcc tgccggggcg ggtcgcggcg 7500
 acggtaggcg ctgtgcagcc gctgatggc gtgttcattc ctgccgtct gctaggtagc 7560
 ccgatacgat tgatggcggt cctgggggct atttgcgga ctgcgggcgt ggcgctgttg 7620
 gtgttgacac caaacgcagc gctagatcct gtcggcgctc cagcgggcct ggccggggcg 7680
 gtttccatgg cgttcgggaac cgtgctgacc cgcaagtggc aacctccgt gcctctgctc 7740
 acctttaccg cctggcaact ggccggccga ggacttctgc tcgttcagat agcttttagtg 7800
 tttgatccgc caatcccgat gcctacagga accaatgttc tcggcctggc gtggctcggc 7860
 ctgatcggag cgggtttaac ctacttcctt tggttccggg ggatctcgcg actcgaacct 7920
 acagttgttt ccttactggg ctttctcagc ccagatctg gggctcgatc gccggggatg 7980
 catcaggccg acagtcggaa cttcgggtcc ccgacctga ccattcgggt agcaatggat 8040
 aggggagttg atatcgtcaa cgttcacttc taaagaaata gcgccactca gcttctcag 8100
 cggctttatc cagcgatttc ctattatgtc ggcatagttc tcaagatcga cagcctgtca 8160
 cggttaagcg agaaatgaat aagaaggctg ataattcgga tctctgcgag ggagatgata 8220
 tttgatcaca ggcagcaacg ctctgtcacc gttacaatca acatgctacc ctccgcgaga 8280
 tcacccgtgt ttcaaaccg gcagcttagt tgccgttctt ccgaatagca tcggtaacat 8340
 gagcaaagtc tgccgcctta caacggctct cccgctgacg ccgtcccga ctgatgggt 8400
 gcctgtatcg agtgggtgatt ttgtgccgag ctgccggctg gggagctgtt ggctggctgg 8460
 tggcaggata tattgtgggt taaacaaatt gacgcttaga caacttaata acacattgcy 8520
 gacgttttta atgtactggg gtgggttttc ttttcaccag tgagacgggc aacagctgat 8580
 tgcccttcac cgcctggccc tgagagagtt gcagcaagcg gtccacgctg gtttgcccca 8640
 gcaggcgaaa atcctgtttg atgggtgggt cgaaatcgcc aaaatccct ataaatcaaa 8700
 agaatagccc gagatagggt tgagtgttgt tccagtttgg aacaagagtc cactattaaa 8760
 gaacgtggac tccaacgtca aaggcgaaa aaccgtctat caggcgcatg gcccactacg 8820

tgaaccatca cccaaatcaa gtttttttggg gtcgaggtgc cgtaaagcac taaatcggaa 8880
 ccctaaaggg agcccccgat ttagagcttg acgggggaaag ccggcgaacg tggcgagaaa 8940
 ggaaggggaag aaagcgaaag gagcggggcgc cattcaggct gcgcaactgt tgggaagggc 9000
 gatcgggtgcg ggcctcttcg ctattacgcc agctggcgaa aggggggatgt gctgcaaggc 9060
 gattaagttg ggtaacgcca gggttttccc agtcacgacg ttgtaaaacg acggccagtg 9120
 aattaattcc catcttgaaa gaaatatagt ttaaataattt attgataaaa taacaagtca 9180
 ggtattatag tccaagcaaa aacataaatt tattgatgca agtttaaatt cagaaatatt 9240
 tcaataactg attatatcag ctggtacatt gccgtagatg aaagactgag tgcgatatta 9300
 tgtgtaatac ataaattgat gatatagcta gcttagctca tcggggggatc cgtcgaagct 9360
 agcttggggtc ccgctcagaa gaactcgtca agaaggcgat agaaggcgat gcgctgcgaa 9420
 tcggggagcgg cgataccgta aagcacgagg aagcggtcag ccatttcgcc gccaaagctct 9480
 tcagcaatat cacgggtagc caacgctatg tcctgatagc ggtccgccac acccagccgg 9540
 ccacagtcga tgaatccaga aaagcggcca tttccacca tgatattcgg caagcaggca 9600
 tcgccatggg tcacgacgag atcctcgccg tcgggcatgc gcgccttgag cctggcgaac 9660
 agttcgggtg gcgcgagccc ctgatgctct tcgtccagat catcctgacg gacaagaccg 9720
 gcttccatcc gagtacgtgc tcgctcgatg cgatgtttcg cttggtgggtc gaatgggcag 9780
 gtagccggat caagcgtatg cagccgccgc attgcatcag ccatgatgga tactttctcg 9840
 gcaggagcaa ggtgagatga caggagatcc tgccccggca cttcgcccaa tagcagccag 9900
 tcccttcccc cttcagtgac aacgtcgagc acagctgcgc aaggaacgcc cgtcgtggcc 9960
 agccaagata gccgcgctgc ctgctcctgc agttcattca gggcaccgga caggtcgggtc 10020
 ttgacaaaaa gaaccgggcg cccttgcgct gacagccgga acacggcggc atcagagcag 10080
 ccgattgtct gttgtgcca gtcatagccg aatagcctct ccaccaagc ggccggagaa 10140
 cctgcgtgca atccatcttg ttcaatccaa gctcccatgg gccctcgact agagtcgaga 10200
 tctggattga gagtgaatat gagactctaa ttggataccg aggggaattt atggaacgtc 10260
 agtggagcat ttttgacaag aaatatattgc tagctgatag tgaccttagg cgacttttga 10320
 acgcgcaata atggtttctg acgtatgtgc ttagctcatt aaactccaga aaccgcggc 10380
 tgagtgggtc cttcaacgtt gcggttctgt cagttccaaa cgtaaaacgg cttgtccgc 10440
 gtcacggcg ggggtcataa cgtgactccc ttaattctcc gtcacatgac ttgatocct 10500
 gcgccatcag atccttggcg gcaagaaagc catccagttt actttgcagg gcttcccaac 10560

cttaccagag ggcgccccag ctggcaattc cggttcgctt gctgtccata aaaccgccc 10620
 gtctagctat cgccatgtaa gccactgca agctacctgc tttctctttg cgcttgcggt 10680
 ttcccttgtc cagatagccc agtagctgac attcatccgg ggtcagcacc gtttctgcgg 10740
 actggctttc tacgtgttcc gcttccttta gcagcccttg cgccctgagt gcttgcgga 10800
 gcgtgaagct tgcattgctg caggtcgacg gcgcgcgcag ctccctcgagc aaatttacac 10860
 attgccacta aacgtctaaa cccttgtaat ttgtttttgt tttactatgt gtgttatgta 10920
 tttgatttgc gataaatttt tatatttggt actaaattta taacaccttt tatgctaag 10980
 tttgccaca cttagcaatt tgcaagttga ttaattgatt ctaaattatt tttgtcttct 11040
 aaatacatat actaatcaac tggaaatgta aatatttgct aatatttcta ctataggaga 11100
 attaaagtga gtgaatatgg taccacaagg tttggagatt taattgttgc aatgctgcat 11160
 ggatggcata tacaccaaac attcaataat tcttgaggat aataatggta ccacacaaga 11220
 tttgaggtgc atgaacgtca cgtggacaaa aggttttagta atttttcaag acaacaatgt 11280
 taccacacac aagttttgag gtgcatgcat ggatgccctg tggaaagttt aaaaatattt 11340
 tggaaatgat ttgcatggaa gccatgtgta aaaccatgac atccacttgg aggatgcaat 11400
 aatgaagaaa actacaaatt tacatgcaac tagttatgca tgtagtctat ataagagga 11460
 ttttgcaata ctttcattca tacacactca ctaagtttta cagattata atttcttcat 11520
 agccagccca cgcgggtggg cggccgcctg cagtctagaa ggcctcctgc tttaatgaga 11580
 tatgcgagac gcctatgatc gcatgatatt tgctttcaat tctgttgtgc acgttgtaaa 11640
 aaacctgagc atgtgtagct cagatcctta cgcgcgggtt cggttcattc taatgaatat 11700
 atcaccggtt actatcgtat ttttatgaat aatattctcc gttcaattta ctgattgtcc 11760
 gtgcagcaaa tttacacatt gccactaaac gtctaaaccc ttgtaatttg tttttgtttt 11820
 actatgtgtg ttatgtattt gatttgcat aaatttttat atttggtact aaatttataa 11880
 caccttttat gctaacgttt gccaacactt agcaatttgc aagttgatta attgattcta 11940
 aattattttt gtcttctaaa tacatatact aatcaactgg aatgtaaat atttgcta 12000
 atttctacta taggagaatt aaagtgagtg aatatggtac cacaagggtt ggagatttaa 12060
 ttgttgcaat gctgcatgga tggcatatac accaaacatt caataattct tgaggataat 12120
 aatggtacca cacaagattt gaggtgcatg aacgtcacgt ggacaaaagg tttagtaatt 12180
 tttcaagaca acaatgttac cacacacaag ttttgaggtg catgcatgga tgccctgtgg 12240
 aaagtttaaa aatatttttg aatgatttg catggaagcc atgtgtaaaa ccatgacatc 12300

cacttggagg atgcaataat gaagaaaact acaaatttac atgcaactag ttatgcatgt 12360
 agtctatata atgaggatth tgcaatactt tcattcatac acactcacta agttttacac 12420
 gattataatt tcttcatagc cagcggatcc gatatcgggc cgcctagcgt taaccctgct 12480
 ttaatgagat atgcgagacg cctatgatcg catgatattt gctttcaatt ctgttggtgca 12540
 cgttgtaaaa aacctgagca tgtgtagctc agatccttac cgccggtttc ggttcattct 12600
 aatgaatata tcaccggtta ctatcgtatt tttatgaata atattctccg ttcaatttac 12660
 tgattgtccg tcgacgaatt cgagctcggc gcgcctctag aggatcgatg aattcagatc 12720
 ggctgagtggt ctccttcaac gttgcggttc tgtcagttcc aaacgtaaaa cggcttggtcc 12780
 cgcgtcatcg gcgggggtca taacgtgact cccttaattc tccgctcatg atcagattgt 12840
 cgtttcccg cttcagttta aactatcagt gtttgacagg atatattggc gggtaaacct 12900
 aagagaaaag agcggtttatt agaataatcg gatatttaaa agggcgtgaa aagggtttatc 12960
 cttcgtccat ttgtatgtgc atgccaacca cagggttccc ca 13002

<210> 24

<211> 13905

<212> DNA

<213> Unknown

<220>

<223> pflanzlicher Expressionsvektor mit drei
Promotor-Terminator-Expressionskassetten

<400> 24

gatctggcgc cggccagcga gacgagcaag attggccgcc gcccgaaacg atccgacagc 60
 gcgcccagca cagggtgcga ggcaaattgc accaacgcat acagcgccag cagaatgcc 120
 tagtgggagg tgacgtcgtt cgagtgaacc agatcgcgca ggaggcccg cagcacgggc 180
 ataatcaggc cgatgccgac agcgtcgagc gcgacagtgc tcagaattac gatcaggggt 240
 atgttggtgt tcacgtctgg cctccggacc agcctccgct ggtccgattg aacgcgcgga 300
 ttctttatca ctgataagtt ggtggacata ttatgtttat cagtgataaa gtgtcaagca 360
 tgacaaagtt gcagccgaat acagtgatcc gtgccgccct ggacctgttg aacgaggtcg 420
 gcgtagacgg tctgacgaca cgcaaactgg cggaacgggt ggggggttcag cagccggcgc 480
 tttactggca cttcaggaac aagcgggagc tgctcgacgc actggccgaa gccatgctgg 540
 cggagaatca tacgcattcg gtgccgagag ccgacgacga ctggcgctca tttctgatcg 600
 ggaatgcccg cagcttcagg caggcgctgc tcgcctaccg cgatggcgcg cgcattccatg 660
 ccggcacgag accggggcga ccgcagatgg aaacggccga cgcgcagctt cgcttctct 720

gcgaggcggg tttttcggcc ggggacgccg tcaatgcgct gatgacaatc agctacttca 780
 ctgttggggc cgtgcttgag gagcaggccg gcgacagcga tgccggcgag cgcggcggca 840
 ccgttgaaca ggctccgctc tcgccgctgt tcggggccgc gatagacgcc .ttcgacgaag 900
 ccggtccgga cgcagcgttc gagcaggggac tcgcggtgat tgtcgatgga ttggcgaaaa 960
 ggaggctcgt tgtcaggaac gttgaaggac cgagaaaggg tgacgattga tcaggaccgc 1020
 tgccggagcg caaccactc actacagcag agccatgtag acaacatccc ctcccccttt 1080
 ccaccgcgtc agacgcccgt agcagccgcg tacgggcttt ttcatgccct gccctagcgt 1140
 ccaagcctca cggccgcgct cggcctctct ggccgccttc tggcgctctt ccgcttcctc 1200
 gctcactgac tcgctgcgct cggtcgttcg gctgcggcga gcggtatcag ctactcaaa 1260
 ggccgtaata cggttatcca cagaatcagg ggataacgca ggaaagaaca tgtgagcaaa 1320
 aggccagcaa aaggccagga accgtaaaaa ggccgcgttg ctggcgtttt tccataggct 1380
 ccgccccct gacgagcatc acaaaaatcg acgctcaagt cagaggtggc gaaacccgac 1440
 aggactataa agataccagg cgtttcccc tggaagctcc ctcgctgcgt ctctgttcc 1500
 gacctgccg cttaccggat acctgtccgc ctttctccct tcgggaagcg tggcgctttt 1560
 ccgctgcata accctgcttc ggggtcatta tagcgatttt ttcggtatat ccctctttt 1620
 tcgcacgata tacaggattt tgccaaaggg ttcgtgtaga ctttccttgg tgtatccaac 1680
 ggcgtcagcc gggcaggata ggtgaagtag gccacccgc gagcgggtgt tccttcttca 1740
 ctgtccctta ttcgcacctg gcggtgctca acgggaatcc tgctctgcga ggctggccgg 1800
 ctaccgccgg cgtaacagat gagggcaagc ggatggctga tgaaaccaag ccaaccagga 1860
 agggcagccc acctatcaag gtgtactgcc ttccagacga acgaagagcg attgaggaaa 1920
 aggcggcggc ggccggcatg agcctgtcgg cctacctgct ggccgtcggc cagggttaca 1980
 aaatcacggg cgtcgtggac tatgagcacg tccgcgagct ggcccgcac aatggcgacc 2040
 tgggccgcct gggcggcctg ctgaaactct ggctcaccga cgaccgcgc acggcgcggt 2100
 tcggtgatgc cacgatcctc gccctgctgg cgaagatcga agagaagcag gacgagcttg 2160
 gcaaggctcat gatgggcgtg gtccgcccga gggcagagcc atgacttttt tagccgctaa 2220
 aacggccggg gggcgcgct gattgccaaag cacgtcccca tgcgctccat caagaagagc 2280
 gacttcgcgg agctggtgaa gtacatcacc gacgagcaag gcaagaccga ggccttttgc 2340
 gacgctcacc gggctgggtg ccctgcgcgc tgggctggcg gccgtctatg gccctgcaaa 2400
 cgcgccagaa acgccgtcga agccgtgtgc gagacaccgc ggccgccggc gttgtggata 2460

cctcgcggaa aacttggccc tcaactgacag atgagggggcg gacgttgaca cttgagggggc 2520
 cgactcaccc ggccgcccgt tgacagatga ggggcaggct cgatttcggc cggcgacgtg 2580
 gagctggcca gcctcgcaaa tcggcgaaaa cgcctgattt tacgcgagtt tcccacagat 2640
 gatgtggaca agcctgggga taagtgccct gcggtattga cacttgaggg gcgcgactac 2700
 tgacagatga ggggcgcgat ccttgacact tgagggggcag agtgctgaca gatgagggggc 2760
 gcacctattg acatttgagg ggctgtccac aggcagaaaa tccagcattt gcaagggttt 2820
 ccgcccgttt ttccggccacc gctaacctgt cttttaacct gcttttaaag caatatttat 2880
 aaaccttggt tttaaccagg gctgcgccct gtgcgcgtga ccgcgcacgc cgaagggggg 2940
 tgccccccct tctcgaaccc tcccggcccc ctaacgcggg cctcccatcc ccccagggggc 3000
 tgcccccctc ggccgcgaac ggccctcacc caaaaatggc agcgcctggca gtccttgcca 3060
 ttgcggggat cggggcagta acgggatggg cgatcagccc gagcgcgacg cccggaagca 3120
 ttgacgtgcc gcaggtgctg gcacgcacat tcagcgacca ggtgccgggc agtgagggcg 3180
 gcggcctggg tggcggcctg cccttcactt cggccgtcgg ggcattcacg gacttcattg 3240
 cggggccggc aatttttacc ttgggcattc ttggcatagt ggtcgcgggt gccgtgctcg 3300
 tgttcggggg tgcgataaac ccagcgaacc atttgagggt ataggtaaga ttataccgag 3360
 gtatgaaaac gagaattgga cttttacaga attactctat gaagcgccat atttaaaaag 3420
 ctaccaagac gaagaggatg aagaggatga ggaggcagat tgccttgaat atattgacaa 3480
 tactgataag ataatatatc ttttatatag aagatatcgc cgtatgtaag gatttcaggg 3540
 ggcaaggcat aggcagcgcg cttatcaata tatctataga atgggcaaag cataaaaact 3600
 tgcattggact aatgcttgaa acccaggaca ataaccttat agcttgtaaa ttctatcata 3660
 attgggtaat gactccaact tattgatagt gttttatggt cagataatgc ccgatgactt 3720
 tgtcatgcag ctccaccgat tttgagaacg acagcgactt ccgtcccagc cgtgccaggt 3780
 gctgcctcag attcagggtta tgccgctcaa ttccgtgcgt atatcgcttg ctgattacgt 3840
 gcagctttcc cttcaggcgg gattcatata gcggccagcc atccgtcacc catatcacca 3900
 cgtcaaaggg tgacagcagg ctcataagac gcccagcgt cgccatagtg cgttcaccga 3960
 atacgtgcgc aacaaccgtc ttccggagac tgcatacgc gtaaaacagc cagcgtggc 4020
 gcgatttagc cccgacatag cccactgtt cgtccatttc cgcgagacg atgacgtcac 4080
 tgcccggctg tatgcgcgag gttaccgact gcggcctgag ttttttaagt gacgtaaaat 4140
 cgtgttgagg ccaacgcca taatgcgggc tggtgcccgg catccaacgc cattcatggc 4200

catatcaatg attttctggt gcgtaccggg ttgagaagcg gtgtaagtga actgcagttg 4260
 ccatgtttta cggcagtgag agcagagata gcgctgatgt ccggcgggtgc ttttgccgtt 4320
 acgcaccacc ccgtcagtag ctgaacagga gggacagctg atagacacag aagccactgg 4380
 agcacctcaa aaacaccatc atacactaaa tcagtaagtt ggcagcatca cccataattg 4440
 tggtttcaaa atcgggtccg tcgatactat gttatacggc aactttgaaa acaactttga 4500
 aaaagctggt ttctggtatt taagggttta gaatgcaagg aacagtgaat tggagttcgt 4560
 cttgttataa ttagcttctt ggggtatctt taaatactgt agaaaagagg aaggaaataa 4620
 taaatggcta aaatgagaat atcaccggaa ttgaaaaaac tgatcgaaaa ataccgctgc 4680
 gtaaaagata cggaaggaat gtctcctgct aaggtatata agctgggtggg agaaaatgaa 4740
 aacctatatt taaaaatgac ggacagccgg tataaaggga ccacctatga tgtggaacgg 4800
 gaaaaggaca tgatgctatg gctggaagga aagctgctg ttccaaagggt cctgcacttt 4860
 gaacggcatg atggctggag caatctgctc atgagtgaagg ccgatggcgt ctttgctcg 4920
 gaagagtatg aagatgaaca aagccctgaa aagattatcg agctgtatgc ggagtgcac 4980
 aggtcttttc actccatcga catatcggat tgtccctata cgaatagctt agacagccgc 5040
 ttagccgaat tggattactt actgaataac gatctggccg atgtggattg cgaaaactgg 5100
 gaagaagaca ctccatttaa agatccgcgc gagctgtatg atttttttaa gacggaaaag 5160
 cccgaagagg aacttgtctt ttcccacggc gacctgggag acagcaacat ctttgtgaaa 5220
 gatggcaaag taagtggctt tattgatctt gggagaagcg gcagggcgga caagtggat 5280
 gacattgcct tctgcgtccg gtcgatcagg gaggatatcg gggaagaaca gtatgtcgag 5340
 ctattttttg acttactggg gatcaagcct gattgggaga aaataaaata ttatatttta 5400
 ctggatgaat tgttttagta cctagatgtg gcgcaacgat gccggcgaca agcaggagcg 5460
 caccgacttc ttccgcatca agtgttttgg ctctcaggcc gaggcccacg gcaagtattt 5520
 gggcaagggg tcgctgggtat tcgtgcaggg caagattcgg aataccaagt acgagaagga 5580
 cggccagacg gtctacggga ccgacttcat tgccgataag gtggattatc tggacaccaa 5640
 ggcaccaggc gggcctaaatc aggaataagg gcacattgcc ccggcgtgag tcggggcaat 5700
 cccgcaagga gggatgaatga atcggacgtt tgaccggaag gcatacaggc aagaactgat 5760
 cgacgcgggg ttttccgccc aggatgccga aaccatcgca agccgcaccg tcatgcgtgc 5820
 gccccgcgaa accttccagt ccgtcggctc gatgggtccag caagctacgg ccaagatcga 5880
 gcgcgacagc gtgcaactgg ctccccctgc cctgcccgcg ccatcgcccg ccgtggagcg 5940

ttccgctcgt ctcgaacagg aggcggcagg tttggcgaag tcgatgacca tcgacacgcg 6000
 aggaactatg acgaccaaga agcgaaaaac cgccggcgag gacctggcaa aacagggtcag 6060
 cgaggccaag caggccgcgt tgctgaaaca cacgaagcag cagatcaagg aaatgcagct 6120
 ttccctgttc gatattgcgc cgtggccgga cagcatgcga gcgatgccaa acgacacggc 6180
 ccgctctgcc ctgttcacca cgcgcaacaa gaaaatcccg cgcgaggcgc tgcaaaacaa 6240
 ggatcattttc cagctcaaca aggacgtgaa gatcacctac accggcgctcg agctgcgggc 6300
 cgacgatgac gaactgggtg ggcagcaggt gttggagtac gcgaagcgca cccctatcgg 6360
 cgagccgatc accttcacgt tctacgagct ttgccaggac ctgggctggg cgatcaatgg 6420
 ccggtattac acgaaggccg aggaatgcct gtcgcgccta caggcgacgg cgatgggctt 6480
 caggtccgac cgcgttgggc acctggaatc ggtgtcgtcg ctgcaccgct tccgcgtcct 6540
 ggaccgtggc aagaaaacgt cccgttgcca ggtcctgatc gacgaggaaa tcgtcgtgct 6600
 gtttgctggc gaccactaca cgaaattcat atgggagaag taccgcaagc tgtcgccgac 6660
 ggcccgcgag atgttcgact atttcagctc gcaccgggag ccgtaccgcg tcaagctgga 6720
 aaccttcgc ctcatgtgcg gatcggattc caccgcgctg aagaagtggc gcgagcaggt 6780
 cggcgaagcc tgcgaagagt tgcgaggcag cggcctgggtg gaacacgcct ggggtcaatga 6840
 tgacctgggtg cattgcaaac gctagggcct tgtgggggtca gttccggctg ggggttcagc 6900
 agccagcgct ttactggcat ttcaggaaca agcgggcact gtcgacgca cttgcttcgc 6960
 tcagtatcgc tcgggacgca cggcgcgctc tacgaactgc cgataaacag aggattaaaa 7020
 ttgacaattg tgattaaggc tcagattcga cggcttgag cggccgacgt gcaggatttc 7080
 cgcgagatcc gattgtcggc cctgaagaaa gctccagaga tgttcgggtc cgtttacgag 7140
 cacgaggaga aaaagcccat ggaggcgttc gctgaacggt tgcgagatgc cgtggcattc 7200
 ggcgcctaca tcgacggcga gatcattggg ctgtcggctc tcaaacagga ggacggcccc 7260
 aaggacgctc acaaggcgca tctgtccggc gttttcgtgg agcccgaaca gcgaggccga 7320
 ggggtcgccg gtatgctgct gcgggcggtt cggcggggtt tattgctcgt gatgatcgtc 7380
 cgacagattc caacgggaat ctggtggatg cgcattctca tcctcggcgc acttaattatt 7440
 tcgctattct ggagcttggt gtttatttcg gtctaccgcc tgccgggcgg ggtcgcggcg 7500
 acggtaggcg ctgtgcagcc gctgatggtc gtgttcattc ctgccgtct gctaggtagc 7560
 ccgatacgat tgatggcggt cctgggggct atttgcgga ctgcgggcgt ggcgctgttg 7620
 gtgttgacac caaacgcagc gctagatcct gtcggcgctc cagcgggcct ggcgggggcg 7680

gtttccatgg cgttcggaaac cgtgctgacc cgcaagtggc aacctcccgt gcctctgctc 7740
 acctttaccg cctggcaact ggcggccgga ggacttctgc tcgttccagt agcttttagtg 7800
 tttgatccgc caatcccgat gcctacagga accaatgttc tcggcctggc gtggctcggc 7860
 ctgatcggag cgggtttaac ctacttcctt tggttccggg ggatctcgcg actcgaacct 7920
 acagttgttt ccttactggg ctttctcagc cccagatctg gggtcgatca gccggggatg 7980
 catcaggccg acagtcggaa cttcgggtcc ccgacctgta ccattcgggtg agcaatggat 8040
 aggggagttg atatcgtcaa cgttcacttc taaagaaata gcgccactca gcttcctcag 8100
 cggctttatc cagcgatttc ctattatgtc ggcatagtcc tcaagatcga cagcctgtca 8160
 cggttaagcg agaaatgaat aagaaggctg ataattcgga tctctgcgag ggagatgata 8220
 tttgatcaca ggcagcaacg ctctgtcatc gttacaatca acatgctacc ctccgcgaga 8280
 tcatccgtgt ttcaaaccgg gcagcttagt tgccgttctt ccgaatagca tcggtaacat 8340
 gagcaaagtc tgccgcctta caacggctct cccgctgacg ccgtcccgga ctgatgggct 8400
 gcctgtatcg agtgggtgatt ttgtgccgag ctgccggctg gggagctggt ggctggctgg 8460
 tggcaggata tattgtgggtg taaacaaatt gacgcttaga caacttaata acacattgcg 8520
 gacgttttta atgtactggg gtgggttttc ttttcaccag tgagacgggc aacagctgat 8580
 tgcccttcac cgcctggccc tgagagagtt gcagcaagcg gtccacgctg gtttgcccca 8640
 gcaggcgaaa atcctgtttg atgggtgggtc cgaaatcggc aaaatccctt ataaatcaaa 8700
 agaatagccc gagatagggg tgagtgttgt tccagtttgg aacaagagtc cactattaaa 8760
 gaacgtggac tccaacgtca aaggcgaaa aaccgtctat cagggcgatg gccactacg 8820
 tgaaccatca cccaaatcaa gttttttggg gtcgaggtgc cgtaaagcac taaatcgga 8880
 ccctaaaggg agccccgat ttagagcttg acgggggaaag ccggcgaacg tggcgagaaa 8940
 ggaagggaag aaagcgaaag gagcggggcg cattcaggct gcgcaactgt tgggaagggc 9000
 gatcgggtcg ggcctcttcg ctattacgcc agctggcgaa agggggatgt gctgcaaggc 9060
 gattaagttg ggtaacgcca gggttttccc agtcacgacg ttgtaaaacg acggccagtg 9120
 aattaattcc catcttgaaa gaaatatagt ttaaatttt attgataaaa taacaagtca 9180
 ggtattatag tccaagcaaa aacataaatt tattgatgca agtttaaatt cagaaatatt 9240
 tcaataactg attatatcag ctggtacatt gccgtagatg aaagactgag tgcgatatta 9300
 tgtgtaatac ataaattgat gatatagcta gcttagctca tcgggggatc cgtcgaagct 9360
 agcttgggtc ccgctcagaa gaactcgtca agaaggcgat agaaggcgat gcgctgcgaa 9420

tcgggagcgg cgataccgta aagcacgagg aagcggtcag cccattcgcc gccaaagctct 9480
 tcagcaatat cacgggtagc caacgctatg tcctgatagc ggtccgccac acccagccgg 9540
 ccacagtcga tgaatccaga aaagcggcca tttccacca tgatattcgg caagcaggca 9600
 tcgccatggg tcacgacgag atcctcgccg tcgggcatgc gcgccttgag cctggcgaac 9660
 agttcggctg gcgcgagccc ctgatgctct tcgtccagat catcctgac gacaagaccg 9720
 gcttccatcc gagtacgtgc tcgctcgatg cgatgtttcg cttggtggtc gaatgggcag 9780
 gtagccggat caagcgtatg cagccgccc attgcatcag ccatgatgga tactttctcg 9840
 gcaggagcaa ggtgagatga caggagatcc tgccccggca cttcgcccaa tagcagccag 9900
 tcccttcccg cttcagtgc aacgtcgagc acagctgcgc aaggaacgcc cgtcgtggcc 9960
 agccacgata gccgcgctgc ctcgctctgc agttcattca gggcacccga caggtcggtc 10020
 ttgacaaaaa gaaccgggcg cccctgcgct gacagccgga acacggcggc atcagagcag 10080
 ccgattgtct gttgtgcca gtcatagccg aatagcctct ccaccaagc ggccggagaa 10140
 cctgcgtgca atccatcttg ttcaatccaa gtcgccatgg gccctcgact agagtcgaga 10200
 tctggattga gagtgaatat gagactctaa ttggataccg aggggaattt atggaacgtc 10260
 agtggagcat ttttgacaag aaatatgtgc tagctgatag tgaccttagg cgacttttga 10320
 acgcgcaata atggtttctg acgtatgtgc ttagctcatt aaactccaga aaccgcggc 10380
 tgagtggctc cttcaacgtt gcggttctgt cagttccaaa cgtaaaacgg cttgtcccgc 10440
 gtcacggcg ggggtcataa cgtgactccc ttaattctcc gtcacatgac ttgatccct 10500
 gcgccatcag atccttggcg gcaagaaagc catccagttt actttgcagg gcttcccaac 10560
 cttaccagag ggccgccag ctggcaattc cggttcgctt gctgtccata aaaccgcca 10620
 gtctagctat cgccatgtaa gccactgca agctacctgc tttctctttg cgcttgcgtt 10680
 ttcccttgtc cagatagccc agtagctgac attcatccgg ggtcagcacc gtttctgcgg 10740
 actggcttcc tacgtgttcc gcttccttta gcagcccttg cgccctgagt gcttgcggca 10800
 gcgtgaagct tgcacgctg caggctgacg gcgcgccgag ctctcgagc aaatttacac 10860
 attgccacta aacgtctaaa cccttgtaat ttgtttttgt tttactatgt gtgttatgta 10920
 tttgatttgc gataaatttt tatatttggt actaaattta taacaccttt tatgctaacg 10980
 tttgccaca cttagcaatt tgcaagtga ttaattgatt ctaaattatt tttgtcttct 11040
 aaatacatat actaatcaac tggaaatgta aatatttgct aatatttcta ctataggaga 11100
 attaaagtga gtgaatatgg taccacaagg tttggagatt taattgttgc aatgctgcat 11160

ggatggcata tacaccaaac attcaataat tcttgaggat aataatggta ccacacaaga 11220
 tttgaggtgc atgaacgtca cgtggacaaa aggttttagta atttttcaag acaacaatgt 11280
 taccacacac aagttttgag gtgcatgcat ggatgccctg tggaaagttt aaaaatattt 11340
 tggaaatgat ttgcatggaa gccatgtgta aaaccatgac atccacttgg aggatgcaat 11400
 aatgaagaaa actacaaatt tacatgcaac tagttatgca tgtagtctat ataatgagga 11460
 ttttgcaata ctttcattca tacacactca ctaagtttta cacgattata atttcttcat 11520
 agccagccca ccgcggtggg cggccgctg cagtctagaa ggctcctgc tttaatgaga 11580
 tatgagagac gcctatgatc gcatgatatt tgctttcaat tctgttggtgc acgttgtaaa 11640
 aaacctgagc atgtgtagct cagatcctta ccgccggtt cggttcattc taatgaatat 11700
 atcaccggtt actatcgtat ttttatgaat aatattctcc gttcaattta ctgattgtcc 11760
 gtcgagcaaa tttacacatt gccactaaac gtctaaaccc ttgtaatttg ttttgtttt 11820
 actatgtgtg ttatgtattt gatttgcat aaatttttat atttggact aaatttataa 11880
 caccttttat gctaacgttt gccaacactt agcaatttgc aagttgatta attgattcta 11940
 aattattttt gtcttctaaa tacatatact aatcaactgg aatgtaaat atttgctaat 12000
 atttctacta taggagaatt aaagtgagtg aatatggtac cacaaggtt ggagatttaa 12060
 ttgttgcaat gctgcatgga tggcatatac accaaacatt caataattct tgaggataat 12120
 aatggtacca cacaagattt gaggtgcatg aacgtcacgt ggacaaaagg tttagtaatt 12180
 tttcaagaca acaatgttac cacacacaag ttttgaggtg catgcatgga tgccctgtgg 12240
 aaagtttaaa aatatttttg aatgatttg catggaagcc atgtgtaaaa ccatgacatc 12300
 cacttgagg atgcaataat gaagaaaact acaaatttac atgcaactag ttatgcatgt 12360
 agtctatata atgaggattt tgcaatactt tcattcatac aactcacta agttttacac 12420
 gattataatt tcttcatagc cagcggatcc gatatcgggc ccgctagcgt taaccctgct 12480
 ttaatgagat atgcgagacg cctatgatcg catgatattt gctttcaatt ctgttggtgca 12540
 cgttgtaaaa aacctgagca tgtgtagctc agatccttac ccgcggtttc ggttcattct 12600
 aatgaatata tcaccgtta ctatcgtatt tttatgaata atattctccg ttcaatttac 12660
 tgattgtccg tcgagcaaat ttacacattg ccactaaacg tctaaaccct tgtaatttgt 12720
 ttttgtttta ctatgtgtgt tatgtatttg atttgcgata aatttttata tttggtacta 12780
 aatttataac accttttatg ctaacgtttg ccaacactta gcaatttgca agttgattaa 12840
 ttgattctaa attatttttg tcttctaaat acatatacta atcaactgga aatgtaaata 12900

tttgctaata tttctactat aggagaatta aagtgagtga atatggtacc acaaggtttg 12960
 gagatttaat tgttgcaatg ctgcatggat ggcatatata ccaaacattc aataattctt 13020
 gaggataata atggtaccac acaagatttg aggtgcatga acgtcacgtg gacaaaaggt 13080
 ttagtaattt ttcaagacaa caatgttacc acacacaagt tttgaggtgc atgcatggat 13140
 gccctgtgga aagtttataa atattttgga aatgatttgc atggaagcca tgtgtaaaac 13200
 catgacatcc acttgaggga tgcaataatg aagaaaacta caaatttaca tgcaactagt 13260
 tatgcatgta gtctatataa tgaggatttt gcaatacttt cattcatata oactcactaa 13320
 gttttacacg attataattt cttcatagcc agcagatctg ccggcatcga tcccgggcca 13380
 tggcctgctt taatgagata tgcgagacgc ctatgatcgc atgatatttg ctttcaattc 13440
 tgttgtgcac gttgtaaaaa acctgagcat gtgtagctca gatccttacc gccggtttcg 13500
 gttcattcta atgaatatat caccggttac tatcgtattt ttatgaataa tattctccgt 13560
 tcaatttact gattgtccgt cgacgagctc ggcgcgctc tagaggatcg atgaattcag 13620
 atcggtgag tggctccttc aacgttgccg ttctgtcagt tccaaacgta aaacggcttg 13680
 tcccgcgta tcggcggggg tcataacgtg actcccttaa ttctccgctc atgatcagat 13740
 tgtcgtttcc cgccttcagt taaactatc agtgtttgac aggatattt ggcgggtaaa 13800
 cctaagagaa aagagcgttt attagaataa tcggatatatt aaaagggcgt gaaaaggttt 13860
 atccttcgct catttgtatg tgcatgcaa ccacagggtt cccca 13905

<210> 25
 <211> 15430
 <212> DNA
 <213> Unknown

<220>

<223> pflanz. Expressionsvektor mit zwei Promotor-
 Terminator-Expressionskassetten inseriert ist
 Physcomitrella patens Elongase und Desaturase

<220>

<221> CDS

<222> (11543)..(12415)

<220>

<221> CDS

<222> (13313)..(14890)

<400> 25

gatctggcgc cggccagcga gacgagcaag attggccgcc gcccgaaacg atccgacagc 60

gcgcccagca caggtgcgca ggcaaattgc accaacgcat acagcgccag cagaatgcc 120

tagtgggagg tgacgtcggt cgagtgaacc agatcgcgca ggaggccgg cagcaccggc 180
 ataatacaggc cgatgccgac agcgtcgagc ggcacagtgc tcagaattac gatcaggggt 240
 atgttgggtt tcacgtctgg cctccggacc agcctccgct ggtccgattg aacgcgcgga 300
 ttctttatca ctgataagtt ggtggacata ttatgtttat cagtgataaa gtgtcaagca 360
 tgacaaagtt gcagccgaat acagtgatcc gtgccgccct ggacctgttg aacgaggtcg 420
 gcgtagacgg tctgacgaca cgcaaactgg cggaacgggt ggggggttcag cagccggcgc 480
 ttactggca cttcaggaac aagcggggcg tgctcgacgc actggccgaa gccatgctgg 540
 cggagaatca tacgcattcg gtgccgagag ccgacgacga ctggcgctca tttctgatcg 600
 ggaatgcccg cagcttcagg caggcgctgc tcgcctaccg cgatggcgcg cgcattccatg 660
 ccggcacgcg accggggcgca ccgcagatgg aaacggccga cgcgcagctt cgcttcctct 720
 gcgagggggg tttttcggcc ggggacgccg tcaatgcgct gatgacaatc agctacttca 780
 ctgttggggc cgtgcttgag gagcaggccg gcgacagcga tgccggcgag cgcggcgga 840
 ccgttgaaca ggctccgctc tcgccgctgt tgccggccgc gatagacgcc ttcgacgaag 900
 ccggtccgga cgcagcgctc gagcaggac tcgcggtgat tgcgatgga ttggcgaaa 960
 ggaggctcgt tgcaggaac gttgaaggac cgagaaaggg tgacgattga tcaggaccgc 1020
 tgccggagcg caaccactc actacagcag agccatgtag acaacatccc ctccccctt 1080
 ccaccgctc agacgcccgt agcagccgc tacgggcttt ttcattccct gccctagcgt 1140
 ccaagcctca cggccgctc cggcctctct ggccgcttc tggcgctctt ccgcttcctc 1200
 gctcactgac tcgctgcgt cggctcgttc gctgcggcga gcggtatcag ctcaactcaa 1260
 ggccgtaata cggttatcca cagaatcagg ggataacgca ggaaagaaca tgtgagcaa 1320
 aggccagcaa aaggccagga accgtaaaaa ggccgcgttg ctggcgcttt tccataggct 1380
 ccgccccct gacgagcatc acaaaaatcg acgctcaagt cagaggtggc gaaaccgcac 1440
 aggactataa agataccagg cgtttcccc tggaagctcc ctctgcgtc ctctgttcc 1500
 gacctgccc cttaccgat acctgtccgc ctttctccct tcgggaagcg tggcgctttt 1560
 ccgctgcata accctgcttc ggggtcatta tagcgatttt ttcggtatat ccactctttt 1620
 tcgcacgata tacaggattt tgccaaaggg ttcgtgtaga ctttcttgg tgtatccaac 1680
 ggcgtcagcc gggcaggata ggtgaagtag gccaccgc gagcgggtgt tccttcttca 1740
 ctgtccctta ttcgcacctg gcggtgctca acgggaatcc tgctctgca ggctggccgg 1800
 ctaccgcccg cgtaacagat gagggcaagc ggatggctga tgaaaccaag ccaaccagga 1860

agggcagccc acctatcaag gtgtactgcc ttccagacga acgaagagcg attgaggaaa 1920
 aggcggcggc ggccggcatg agcctgtcgg cctacctgct ggccgtcggc cagggtctaca 1980
 aaatcacggg cgtcgtggac tatgagcacg tccgcgagct ggcccgcac c aatggcgacc 2040
 tgggcccgcct gggcggcctg ctgaaactct ggctcaccga cgacccgcgc acggcgcggt 2100
 tcggtgatgc cacgatcctc gccctgctgg cgaagatcga agagaagcag gacgagcttg 2160
 gcaaggatcat gatgggcgtg gtccgcccga gggcagagcc atgacttttt tagccgctaa 2220
 aacggccggg ggggtgcgct gattgccaaag cacgtcccca tgcgctccat caagaagagc 2280
 gacttcgcgg agctgggtgaa gtacatcacc gacgagcaag gcaagaccga ggccttttgc 2340
 gacgctcacc gggctgggtg ccctcgcgc tgggctggcg gccgtctatg gccctgcaaa 2400
 cgcgccagaa acgccgtcga agccgtgtgc gagacaccgc ggccgccggc gttgtggata 2460
 cctcgcggaa aacttggccc tcaactgacag atgagggggc gacgttgaca cttgaggggc 2520
 cgactcacc ggcgcgcgct tgacagatga ggggcaggct cgatttcggc cggcgacgtg 2580
 gagctggcca gcctcgcaaa tcggcgaaaa cgctgattt tacgcgagtt tcccacagat 2640
 gatgtggaca agcctgggga taagtgcct gcggtattga cacttgaggg gcgcgactac 2700
 tgacagatga ggggcgcgat ccttgacact tgagggggcag agtgctgaca gatgaggggc 2760
 gcaactattg acatttgagg ggctgtccac aggcagaaaa tccagcattt gcaagggttt 2820
 ccgccggttt ttcggccacc gctaacctgt cttttaacct gcttttaaac caatatttat 2880
 aaaccttggt tttaaccagg gctgcgcct gtgcgcgtga ccgcgcacgc cgaagggggg 2940
 tgccccccct tctogaaccc tcccggcccc ctaacgcggg cctcccatcc cccaggggc 3000
 tgcccccctc ggccgcgaac ggccaccc caaaaatggc agcgtggca gtccttgcca 3060
 ttgccgggat cggggcagta acgggatggg cgatcagccc gagcgcgacg cccggaagca 3120
 ttgacgtgcc gcaggtgctg gcacgacat tcagcgacca ggtgcggggc agtgagggcg 3180
 gcggcctggg tggcggcctg cccttcactt cggccgtcgg ggcattcacg gacttcattg 3240
 cggggccggc aatttttacc ttgggcattc ttggcatagt ggtcgcgggt gccgtgctcg 3300
 tggtcggggg tgcgataaac ccagcgaacc atttgagggt ataggtaaga ttataccgag 3360
 gtatgaaaac gagaattgga cctttacaga attactctat gaagcgccat atttaaaaag 3420
 ctaccaagac gaagaggatg aagaggatga ggaggcagat tgccttgaat atattgacaa 3480
 tactgataag ataatatatc ttttatatag aagatatcgc cgtatgtaag gatttcaggg 3540
 ggcaaggcat aggcagcgcg cttatcaata tatctataga atgggcaaag cataaaaact 3600

tgcattggact aatgcttgaa acccaggaca ataaccttat agcttgtaaa ttctatcata 3660
 attgggtaaat gactccaact tattgatagt gttttatggt cagataatgc ccgatgactt 3720
 tgtcatgcag ctccaccgat tttgagaacg acagcgactt ccgtcccagc cgtgccagggt 3780
 gctgcctcag attcagggtta tgccgctcaa ttccgtgcgt atatcgcttg ctgattacgt 3840
 gcagctttcc cttcaggcgg gattcataca gcggccagcc atccgtcatc catatcacca 3900
 cgtcaaaggg tgacagcagg ctcataagac gcccagcgt cgccatagtg cgttcaccga 3960
 atacgtgcgc aacaaccgtc ttccggagac tgtcatacgc gtaaacagc cagcgctggc 4020
 gcgatttagc cccgacatag cccactgtt cgtccatttc cgcgcagacg atgacgtcac 4080
 tgcccggctg tatgcgcgag gttaccgact gcggcctgag ttttttaagt gacgtaaaat 4140
 cgtgttgagg ccaacgcca taatgcgggc tgttgccgg catccaacgc cattcatggc 4200
 catatcaatg attttctggt gcgtaccggg ttgagaagcg gtgtaagtga actgcagtgt 4260
 ccatgtttta cggcagtgag agcagagata gcgctgatgt ccggcgggtgc ttttgccgtt 4320
 acgcaccacc ccgtcagtag ctgaacagga gggacagctg atagacacag aagccactgg 4380
 agcacctcaa aaacaccatc atacactaaa tcagtaagtt ggcagcatca ccataattg 4440
 tggtttcaaa atcgggtccg tcgatactat gttatacgcc aactttgaaa acaactttga 4500
 aaaagctggt ttctggtatt taaggtttta gaatgcaagg aacagtgaat tggagtccgt 4560
 cttgttataa ttagcttctt ggggtatctt taaatactgt agaaaagagg aaggaaataa 4620
 taaatggcta aatgagaat atcaccggaa ttgaaaaaac tgatcgaaaa ataccgctgc 4680
 gtaaaagata cggaaggaat gtctcctgct aaggatatata agctgggtggg agaaaatgaa 4740
 aacctatatt taaaaatgac ggacagccgg tataaaggga ccacctatga tgtggaacgg 4800
 gaaaaggaca tgatgctatg gctggaagga aagctgcctg ttccaaagggt cctgcacttt 4860
 gaacggcatg atggctggag caatctgctc atgagtgagg ccgatggcgt cttttgctcg 4920
 gaagagtatg aagatgaaca aagccctgaa aagattatcg agctgtatgc ggagtgcac 4980
 aggtctcttc actccatcga catatcggat tgtccctata cgaatagctt agacagccgc 5040
 ttagccgaat tggattactt actgaataac gatctggccg atgtggattg cgaaaactgg 5100
 gaagaagaca ctccatttaa agatccgcgc gagctgtatg attttttaaa gacggaaaag 5160
 cccgaagagg aacttgtctt ttcccacggc gacctgggag acagcaacat ctttgtgaaa 5220
 gatggcaaag taagtggctt tattgatctt gggagaagcg gcagggcgga caagtggat 5280
 gacattgcct tctgcgtccg gtcgatcagg gaggatatcg gggaagaaca gtatgtcgag 5340

ctatTTTTtg acttactggg gatcaagcct gattggggaga aaataaaaata ttatatttta 5400
 ctggatgaat tgTTTTtagta cctagatgtg gcgcaacgat gccggcgaca agcaggagcg 5460
 caccgacttc ttccgcatca agtgTTTTtg ctctcaggcc gagggccacg gcaagtattt 5520
 gggcaagggg tcgctggtat tcgtgcaggg caagattcgg aataccaagt acgagaagga 5580
 cggccagacg gtctacggga ccgacttcat tgccgataag gtggattatc tggacaccaa 5640
 ggcaccaggc gggTcaaTc aggaataagg gcacattgcc ccggcgtgag tcggggcaat 5700
 cccgcaagga gggTgaatga atcggacgtt tgaccggaag gcatacaggc aagaactgat 5760
 cgacgcgggg ttttccgccg aggatgccga aaccatcgca agccgcaccg tcatgcgtgc 5820
 gccccgcgaa accttccagt ccgtcggctc gatggTccag caagctacgg ccaagatcga 5880
 gcgcgacagc gtgcaactgg ctccccctgc cctgccccgc ccatcggccg ccgtggagcg 5940
 ttgcgTcgt ctcgaaacagg aggcggcagg tttggcgaag tcgatgacca tcgacacgcg 6000
 aggaactatg acgaccaaga agcgaaaaac cgccggcgag gacctggcaa aacaggTcag 6060
 cgaggccaag caggccgcgt tgctgaaaca cacgaagcag cagatcaagg aaatgcagct 6120
 ttccTtgTtc gatattgcgc cgtggccgga c^acgatgcga gcgatgcaa acgacacggc 6180
 ccgctctgcc ctgttcacca cgcgcaacaa gaaaatcccc cgcgaggcgc tgcaaaacaa 6240
 ggtcatTTtc cagTcaaca aggacgtgaa gatcacctac accggcgtcg agctgcgggc 6300
 cgacgatgac gaactggtgt ggcagcaggT gttggagtac gcgaagcgca cccctatcgg 6360
 cgagccgatc accttcacgt tctacgagct ttgccaggac ctgggctggt cgatcaatgg 6420
 ccggtattac acgaaggccg aggaatgcct gtcgcgccta caggcgacgg cgatgggctt 6480
 cagTccgac cgcgttgggc acctggaatc ggtgtcgtg ctgcaccgct tccgcgtcct 6540
 ggaccgtggc aagaaaacgt cccgttgcca ggtcctgatc gacgaggaaa tcgtcgtgct 6600
 gtttgctggc gaccactaca cgaaattcat atgggagaag taccgcaagc tgTcgccgac 6660
 ggcccgacgg atgttcgact atttcagctc gcaccgggag ccgtaccgc tcaagctgga 6720
 aaccttccgc ctcatgtgcg gatcggattc caccgcgtg aagaagtggc gcgagcaggT 6780
 cggcgaagcc tgcgaaagat tgcgaggcag cggcctggTg gaacacgcct gggTcaatga 6840
 tgacctggtg cattgcaaac gctagggcct tgtggggTca gttccggctg ggggttcagc 6900
 agccagcgtt ttactggcat ttcaggaaca agcgggcact gtcgacgca cttgcttcgc 6960
 tcagtatcgc tcgggacgca cggcgcgctc tacgaactgc cgataaacag aggattaaaa 7020
 ttgacaattg tgattaaggc tcagattcga cggcttggag cggccgacgt gcaggatttc 7080

cgcgagatcc gattgtcggc cctgaagaaa gctccagaga tggtcgggtc cgtttacgag 7140
 cagcaggaga aaaagcccat ggaggcggtc gctgaacggt tgcgagatgc cgtggcattc 7200
 ggcgccctaca tcgacggcga gatcattggg ctgtcgggtct tcaaacagga ggacggcccc 7260
 aaggacgctc acaaggcgca tctgtccggc gttttcgtgg agcccgaaca gcgaggccga 7320
 ggggtcggcg gtatgctgct gcgggcggtg ccggcggggtt tattgctcgt gatgatcgtc 7380
 cgacagattc caacgggaat ctggtggatg cgcattctca tcctcggcgc acttaatat 7440
 tcgctattct ggagcttggt gtttatttcg gtctaccgcc tgccggggcg ggtcgcggcg 7500
 acggtaggcg ctgtgcagcc gctgatggc gtgttcattc ctgccgctct gctaggtagc 7560
 ccgatacgat tgatggcggt cctgggggct atttgcggaa ctgcgggcgt ggcgctgttg 7620
 gtgttgacac caaacgcagc gctagatcct gtcggcgctc cagcgggcct ggcggggcg 7680
 gtttccatgg cggttcggaac cgtgctgacc cgcaagtggc aacctccgt gcctctgctc 7740
 acctttaccg cctggcaact ggcgcccgga ggacttctgc tcgttccagt agctttagt 7800
 tttgatccgc caatcccgat gcctacagga accaatgttc tcggcctggc gtggctcggc 7860
 ctgatcggag cgggtttaac ctacttcctt tggttccggg ggatctcgc actcgaacct 7920
 acagttgttt cttactggg ctttctcagc ccagatctg gggtcgatca gccggggatg 7980
 catcaggccg acagtcggaa cttcgggtcc ccgacctgta ccattcgggt agcaatggat 8040
 aggggagttg atatcgtcaa cgttcacttc taaagaaata gcgccactca gtttctcag 8100
 cggctttatc cagcgatttc ctattatgtc ggcatagttc tcaagatcga cagcctgtca 8160
 cggttaageg agaaatgaat aagaaggctg ataattcgga tctctgcgag ggagatgata 8220
 tttgatcaca ggcagcaacg ctctgtcatc gttacaatca acatgctacc ctccgcgaga 8280
 tcatccgtgt ttcaaaccg gcagcttagt tgccgttctt ccgaatagca tcggtaacat 8340
 gagcaaagtc tgccgcotta caacggctct cccgctgacg ccgtcccga ctgatgggct 8400
 gcctgtatcg agtgggtgatt ttgtgccgag ctgccggctg gggagctgtt ggctggctgg 8460
 tggcaggata tattgtggtg taaacaaatt gacgcttaga caacttaata acacattgcg 8520
 gacgttttta atgtactggg gtggtttttc ttttcaccag tgagacgggc aacagctgat 8580
 tgcccttcac cgctggccc tgagagagtt gcagcaagcg gtccacgctg gtttgcccca 8640
 gcaggcgaaa atcctgtttg atggtgggtc cgaaatcggc aaaatccctt ataaatcaaa 8700
 agaatagccc gagatagggt tgagtgtgt tccagtttg aacaagagtc cactattaa 8760
 gaacgtggac tccaacgtca aaggcgcaaa aaccgtctat cagggcgatg gccactacg 8820

tgaaccatca cccaaatcaa gttttttggg gtcgaggtgc cgtaaagcac taaatcggaa 8880
 ccctaaaggg agcccccgat ttagagcttg acggggaaag ccggcgaacg tggcgagaaa 8940
 ggaaggggaag aaagcgaaag gagcggggcgc cattcaggct gcgcaactgt tgggaagggc 9000
 gatcgggtgcg ggcctcttcg ctattacgcc agctggcgaa aggggggatgt gctgcaaggc 9060
 gattaagtgtg ggtaacgcca gggttttccc agtcacgacg ttgtaaaacg acggccagtgt 9120
 aattaattcc catcttgaaa gaaatatagt ttaaataattt attgataaaa taacaagtca 9180
 ggtattatag tccaagcaaa aacataaatt tattgatgca agtttaaatt cagaaatatt 9240
 tcaataactg attatatcag ctggtacatt gccgtagatg aaagactgag tgcgatatta 9300
 tgtgtataac ataaattgat gatatagcta gcttagctca tcgggggatc cgtcgaagct 9360
 agcttgggtc ccgctcagaa gaactcgtca agaaggcgat agaaggcgat gcgctgcgaa 9420
 tcggggagcgg cgataccgta aagcacgagg aagcggtcag ccatttcgcc gccaaagctct 9480
 tcagcaatat cacgggtagc caacgctatg tcctgatagc ggtccgccac acccagccgg 9540
 ccacagtcga tgaatccaga aaagcggcca ttttccacca tgatattcgg caagcaggca 9600
 tcgccatggg tcacgacgag atcctcgccg tcgggcatgc gcgccttgag cctggcgaac 9660
 agttcgggtg gcgcgagccc ctgatgctct tcgtccagat catcctgac gacaagaccg 9720
 gcttccatcc gagtacgtgc tcgctcgatg cgatgtttcg cttggtggtc gaatgggcag 9780
 gtagccggat caagcgtatg cagccgccgc attgcatcag ccatgatgga tactttctcg 9840
 gcaggagcaa ggtgagatga caggagatcc tgccccggca cttcgcccaa tagcagccag 9900
 tcccttcccc cttcagtgc aacgtcgagc acagctgcgc aaggaacgcc cgtcgtggcc 9960
 agccacgata gcgcgctgc ctgcctcgc agttcattca gggcacggga caggtcggtc 10020
 ttgacaaaaa gaaccgggcg cccctgcgt gacagccgga acacggcggc atcagagcag 10080
 ccgattgtct gttgtgcca gtcatagccg aatagcctct ccaccaagc ggccggagaa 10140
 cctgcgtgca atccatcttg ttcaatcaa gctcccatgg gccctcgact agagtcgaga 10200
 tctggattga gagtgaatat gagactctaa ttggataccg aggggaattt atggaacgtc 10260
 agtggagcat ttttgacaag aaatatttgc tagctgatag tgaccttagg cgacttttga 10320
 acgcgcaata atggtttctg acgtatgtgc ttagctcatt aaactccaga aaccgcggc 10380
 tgagtggctc cttcaacgtt gcggttctgt cagttccaaa cgtaaaacgg cttgtccgc 10440
 gtcacggcg ggggtcataa cgtgactccc ttaattctcc gtcacatgac ttgatccct 10500
 gcgcatcag atccttggcg gcaagaaagc catccagttt actttgcagg gcttcccaac 10560

Phe	Cys	Phe	Ala	Leu	Ser	Leu	Tyr	Met	Cys	Val	Gly	Ile	Ala	Tyr	Gln						
				95					100					105							
gct	att	acc	tgg	cgg	tac	tct	ctc	tgg	ggc	aat	gca	tac	aat	cct	aaa	11908					
Ala	Ile	Thr	Trp	Arg	Tyr	Ser	Leu	Trp	Gly	Asn	Ala	Tyr	Asn	Pro	Lys						
				110					115					120							
cat	aaa	gag	atg	gcg	att	ctg	gta	tac	ttg	ttc	tac	atg	tct	aag	tac	11956					
His	Lys	Glu	Met	Ala	Ile	Leu	Val	Tyr	Leu	Phe	Tyr	Met	Ser	Lys	Tyr						
				125					130					135							
gtg	gaa	ttc	atg	gat	acc	gtt	atc	atg	ata	ctg	aag	cgc	agc	acc	agg	12004					
Val	Glu	Phe	Met	Asp	Thr	Val	Ile	Met	Ile	Leu	Lys	Arg	Ser	Thr	Arg						
				140					145					150							
caa	ata	agc	ttc	ctc	cac	gtt	tat	cat	cat	tct	tca	att	tcc	ctc	att	12052					
Gln	Ile	Ser	Phe	Leu	His	Val	Tyr	His	His	Ser	Ser	Ile	Ser	Leu	Ile						
				155					160					165			170				
tgg	tgg	gct	att	gct	cat	cac	gct	cct	ggc	ggg	gaa	gca	tat	tgg	tct	12100					
Trp	Trp	Ala	Ile	Ala	His	His	Ala	Pro	Gly	Gly	Glu	Ala	Tyr	Trp	Ser						
				175					180					185							
gcg	gct	ctg	aac	tca	gga	gtg	cat	gtt	ctc	atg	tat	gcg	tat	tac	ttc	12148					
Ala	Ala	Leu	Asn	Ser	Gly	Val	His	Val	Leu	Met	Tyr	Ala	Tyr	Tyr	Phe						
				190					195					200							
ttg	gct	gcc	tgc	ctt	cga	agt	agc	cca	aag	tta	aaa	aat	aag	tac	ctt	12196					
Leu	Ala	Ala	Cys	Leu	Arg	Ser	Ser	Pro	Lys	Leu	Lys	Asn	Lys	Tyr	Leu						
				205					210					215							
ttt	tgg	ggc	agg	tac	ttg	aca	caa	ttc	caa	atg	ttc	cag	ttt	atg	ctg	12244					
Phe	Trp	Gly	Arg	Tyr	Leu	Thr	Gln	Phe	Gln	Met	Phe	Gln	Phe	Met	Leu						
				220					225					230							
aac	tta	gtg	cag	gct	tac	tac	gac	atg	aaa	acg	aat	gcg	cca	tat	cca	12292					
Asn	Leu	Val	Gln	Ala	Tyr	Tyr	Asp	Met	Lys	Thr	Asn	Ala	Pro	Tyr	Pro						
				235					240					245			250				
caa	tgg	ctg	atc	aag	att	ttg	ttc	tac	tac	atg	atc	tcg	ttg	ctg	ttt	12340					
Gln	Trp	Leu	Ile	Lys	Ile	Leu	Phe	Tyr	Tyr	Met	Ile	Ser	Leu	Leu	Phe						
				255					260					265							
ctt	ttc	ggc	aat	ttt	tac	gta	caa	aaa	tac	atc	aaa	ccc	tct	gac	gga	12388					
Leu	Phe	Gly	Asn	Phe	Tyr	Val	Gln	Lys	Tyr	Ile	Lys	Pro	Ser	Asp	Gly						
				270					275					280							
aag	caa	aag	gga	gct	aaa	act	gag	tga	tctagaaggc	ctcctgcttt						12435					
Lys	Gln	Lys	Gly	Ala	Lys	Thr	Glu														
				285					290												
aatgagatat gcgagacgcc tatgatcgca tgatatttgc tttcaattct gttgtgcacg																12495					
ttgtaaaaaa cctgagcatg tgtagctcag atccttaccg ccggtttcgg ttcattctaa																12555					
tgaatatatc acccgttact atcgtatttt tatgaataat attctccggt caatttactg																12615					
attgtccgtc gagcaaattt acacattgcc actaaacgtc taaacccttg taatttgttt																12675					

ttgtttttact atgtgtgtta tgtattttgat ttgcgataaa tttttatatt tgggtactaaa	12735
tttataacac cttttatgct aacgtttgcc aacacttagc aatttgcaag ttgattaatt	12795
gattctaaat tatttttgtc ttctaaatac atatactaata caactggaaa tgtaaataatt	12855
tgctaataatt tctactatag gagaattaaa gtgagtgaat atggtaccac aaggtttgga	12915
gatttaattg ttgcaatgct gcatggatgg catatacacc aaacattcaa taattcttga	12975
ggataataat ggtaccacac aagatttgag gtgcatgaac gtcacgtgga caaaagggtt	13035
agtaattttt caagacaaca atgttaccac acacaagttt tgaggtgcat gcatggatgc	13095
cctgtggaaa gtttaaaaat attttggaat tgatttgcac ggaagccatg tgtaaaacca	13155
tgacatccac ttggaggatg caataatgaa gaaaactaca aatttacatg caactagtta	13215
tgcattgtat ctatataatg aggattttgc aatactttca ttcatacaca ctcactaagt	13275
tttacacgat tataattttc tcatagccag cggatcc atg gta ttc gcg ggc ggt	13330
Met Val Phe Ala Gly Gly	295
gga ctt cag cag ggc tct ctc gaa gaa aac atc gac gtc gag cac att	13378
Gly Leu Gln Gln Gly Ser Leu Glu Glu Asn Ile Asp Val Glu His Ile	300 305 310
gcc agt atg tct ctc ttc agc gac ttc ttc agt tat gtg tct tca act	13426
Ala Ser Met Ser Leu Phe Ser Asp Phe Phe Ser Tyr Val Ser Ser Thr	315 320 325
gtt ggt tcg tgg agc gta cac agt ata caa cct ttg aag cgc ctg acg	13474
Val Gly Ser Trp Ser Val His Ser Ile Gln Pro Leu Lys Arg Leu Thr	330 335 340 345
agt aag aag cgt gtt tcg gaa agc gct gcc gtg caa tgt ata tca gct	13522
Ser Lys Lys Arg Val Ser Glu Ser Ala Ala Val Gln Cys Ile Ser Ala	350 355 360
gaa gtt cag aga aat tcg agt acc cag gga act gcg gag gca ctc gca	13570
Glu Val Gln Arg Asn Ser Ser Thr Gln Gly Thr Ala Glu Ala Leu Ala	365 370 375
gaa tca gtc gtg aag ccc acg aga cga agg tca tct cag tgg aag aag	13618
Glu Ser Val Val Lys Pro Thr Arg Arg Arg Ser Ser Gln Trp Lys Lys	380 385 390
tcg aca cac ccc cta tca gaa gta gca gta cac aac aag cca agc gat	13666
Ser Thr His Pro Leu Ser Glu Val Ala Val His Asn Lys Pro Ser Asp	395 400 405
tgc tgg att gtt gta aaa aac aag gtg tat gat gtt tcc aat ttt gcg	13714
Cys Trp Ile Val Val Lys Asn Lys Val Tyr Asp Val Ser Asn Phe Ala	410 415 420 425
gac gag cat ccc gga gga tca gtt att agt act tat ttt gga cga gac	13762

Asp	Glu	His	Pro	Gly	Gly	Ser	Val	Ile	Ser	Thr	Tyr	Phe	Gly	Arg	Asp	
				430					435					440		
ggc	aca	gat	gtt	ttc	tct	agt	ttt	cat	gca	gct	tct	aca	tgg	aaa	att	13810
Gly	Thr	Asp	Val	Phe	Ser	Ser	Phe	His	Ala	Ala	Ser	Thr	Trp	Lys	Ile	
			445					450					455			
ctt	caa	gac	ttt	tac	att	ggt	gac	gtg	gag	agg	gtg	gag	ccg	act	cca	13858
Leu	Gln	Asp	Phe	Tyr	Ile	Gly	Asp	Val	Glu	Arg	Val	Glu	Pro	Thr	Pro	
		460					465					470				
gag	ctg	ctg	aaa	gat	ttc	cga	gaa	atg	aga	gct	ctt	ttc	ctg	agg	gag	13906
Glu	Leu	Leu	Lys	Asp	Phe	Arg	Glu	Met	Arg	Ala	Leu	Phe	Leu	Arg	Glu	
	475					480					485					
caa	ctt	ttc	aaa	agt	tcg	aaa	ttg	tac	tat	ggt	atg	aag	ctg	ctc	acg	13954
Gln	Leu	Phe	Lys	Ser	Ser	Lys	Leu	Tyr	Tyr	Val	Met	Lys	Leu	Leu	Thr	
490					495					500					505	
aat	gtt	gct	att	ttt	gct	gcg	agc	att	gca	ata	ata	tgt	tgg	agc	aag	14002
Asn	Val	Ala	Ile	Phe	Ala	Ala	Ser	Ile	Ala	Ile	Ile	Cys	Trp	Ser	Lys	
				510					515					520		
act	att	tca	gcg	gtt	ttg	gct	tca	gct	tgt	atg	atg	gct	ctg	tgt	ttc	14050
Thr	Ile	Ser	Ala	Val	Leu	Ala	Ser	Ala	Cys	Met	Met	Ala	Leu	Cys	Phe	
			525					530					535			
caa	cag	tgc	gga	tgg	cta	tcc	cat	gat	ttt	ctc	cac	aat	cag	gtg	ttt	14098
Gln	Gln	Cys	Gly	Trp	Leu	Ser	His	Asp	Phe	Leu	His	Asn	Gln	Val	Phe	
		540					545					550				
gag	aca	cgc	tgg	ctt	aat	gaa	gtt	gtc	ggg	tat	gtg	atc	ggc	aac	gcc	14146
Glu	Thr	Arg	Trp	Leu	Asn	Glu	Val	Val	Gly	Tyr	Val	Ile	Gly	Asn	Ala	
	555					560					565					
gtt	ctg	ggg	ttt	agt	aca	ggg	tgg	tgg	aag	gag	aag	cat	aac	ctt	cat	14194
Val	Leu	Gly	Phe	Ser	Thr	Gly	Trp	Trp	Lys	Glu	Lys	His	Asn	Leu	His	
570					575				580					585		
cat	gct	gct	cca	aat	gaa	tgc	gat	cag	act	tac	caa	cca	att	gat	gaa	14242
His	Ala	Ala	Pro	Asn	Glu	Cys	Asp	Gln	Thr	Tyr	Gln	Pro	Ile	Asp	Glu	
				590					595					600		
gat	att	gat	act	ctc	ccc	ctc	att	gcc	tgg	agc	aag	gac	ata	ctg	gcc	14290
Asp	Ile	Asp	Thr	Leu	Pro	Leu	Ile	Ala	Trp	Ser	Lys	Asp	Ile	Leu	Ala	
			605					610					615			
aca	gtt	gag	aat	aag	aca	ttc	ttg	cga	atc	ctc	caa	tac	cag	cat	ctg	14338
Thr	Val	Glu	Asn	Lys	Thr	Phe	Leu	Arg	Ile	Leu	Gln	Tyr	Gln	His	Leu	
		620					625					630				
ttc	ttc	atg	ggt	ctg	tta	ttt	ttc	gcc	cgt	ggt	agt	tgg	ctc	ttt	tgg	14386
Phe	Phe	Met	Gly	Leu	Leu	Phe	Phe	Ala	Arg	Gly	Ser	Trp	Leu	Phe	Trp	
	635					640					645					
agc	tgg	aga	tat	acc	tct	aca	gca	gtg	ctc	tca	cct	gtc	gac	agg	ttg	14434
Ser	Trp	Arg	Tyr	Thr	Ser	Thr	Ala	Val	Leu	Ser	Pro	Val	Asp	Arg	Leu	
650					655				660					665		

ttg gag aag gga act gtt ctg ttt cac tac ttt tgg ttc gtc ggg aca 14482
 Leu Glu Lys Gly Thr Val Leu Phe His Tyr Phe Trp Phe Val Gly Thr
 670 675 680

gcg tgc tat ctt ctg cct ggt tgg aag cca tta gta tgg atg gcg gtg 14530
 Ala Cys Tyr Leu Leu Pro Gly Trp Lys Pro Leu Val Trp Met Ala Val
 685 690 695

act gag ctg atg tcc ggc atg ctg ctg ggc ttt gta ttt gta ctt agc 14578
 Thr Glu Leu Met Ser Gly Met Leu Leu Gly Phe Val Phe Val Leu Ser
 700 705 710

cac aat ggg atg gag gtt tat aat tgc tct aaa gaa ttc gtg agt gca 14626
 His Asn Gly Met Glu Val Tyr Asn Ser Ser Lys Glu Phe Val Ser Ala
 715 720 725

cag atc gta tcc aca cgg gat atc aaa gga aac ata ttc aac gac tgg 14674
 Gln Ile Val Ser Thr Arg Asp Ile Lys Gly Asn Ile Phe Asn Asp Trp
 730 735 740 745

ttc act ggt ggc ctt aac agg caa ata gag cat cat ctt ttc cca aca 14722
 Phe Thr Gly Gly Leu Asn Arg Gln Ile Glu His His Leu Phe Pro Thr
 750 755 760

atg ccc agg cat aat tta aac aaa ata gca cct aga gtg gag gtg ttc 14770
 Met Pro Arg His Asn Leu Asn Lys Ile Ala Pro Arg Val Glu Val Phe
 765 770 775

tgt aag aaa cac ggt ctg gtg tac gaa gac gta tct att gct acc ggc 14818
 Cys Lys Lys His Gly Leu Val Tyr Glu Asp Val Ser Ile Ala Thr Gly
 780 785 790

act tgc aag gtt ttg aaa gca ttg aag gaa gtc gcg gag gct gcg gca 14866
 Thr Cys Lys Val Leu Lys Ala Leu Lys Glu Val Ala Glu Ala Ala Ala
 795 800 805

gag cag cat gct acc acc agt taa gctagcgta accctgcttt aatgagatat 14920
 Glu Gln His Ala Thr Ser
 810 815

gcgagacgcc tatgatcgca tgatatttgc tttcaattct gttgtgcacg ttgtaaaaaa 14980

cctgagcatg ttagctcag atccttaccg ccggtttcgg ttcattctaa tgaatatatc 15040

acccgttact atcgtatttt tatgaataat attctccggt caatttactg attgtccgtc 15100

gacgaattcg agctcggcgc gcctctagag gatcgatgaa ttcagatcgg ctgagtggct 15160

ccttcaacgt tgcggttctg tcagttccaa acgtaaaacg gcttgtcccg cgtcatcggc 15220

gggggtcata acgtgactcc cttaattctc cgtcatgat cagattgtcg tttcccgct 15280

tcagtttaaa ctatcagtgt ttgacaggat atattggcgg gtaaacctaa gagaaaagag 15340

cgtttattag aataatcgga tatttaaaag ggcgtgaaaa ggtttatcct tcgtccattt 15400

gtatgtgcat gcccaaccaca gggttcccca 15430

<210> 26
 <211> 290
 <212> PRT
 <213> Unknown

<400> 26

Met Glu Val Val Glu Arg Phe Tyr Gly Glu Leu Asp Gly Lys Val Ser
 1 5 10 15

Gln Gly Val Asn Ala Leu Leu Gly Ser Phe Gly Val Glu Leu Thr Asp
 20 25 30

Thr Pro Thr Thr Lys Gly Leu Pro Leu Val Asp Ser Pro Thr Pro Ile
 35 40 45

Val Leu Gly Val Ser Val Tyr Leu Thr Ile Val Ile Gly Gly Leu Leu
 50 55 60

Trp Ile Lys Ala Arg Asp Leu Lys Pro Arg Ala Ser Glu Pro Phe Leu
 65 70 75 80

Leu Gln Ala Leu Val Leu Val His Asn Leu Phe Cys Phe Ala Leu Ser
 85 90 95

Leu Tyr Met Cys Val Gly Ile Ala Tyr Gln Ala Ile Thr Trp Arg Tyr
 100 105 110

Ser Leu Trp Gly Asn Ala Tyr Asn Pro Lys His Lys Glu Met Ala Ile
 115 120 125

Leu Val Tyr Leu Phe Tyr Met Ser Lys Tyr Val Glu Phe Met Asp Thr
 130 135 140

Val Ile Met Ile Leu Lys Arg Ser Thr Arg Gln Ile Ser Phe Leu His
 145 150 155 160

Val Tyr His His Ser Ser Ile Ser Leu Ile Trp Trp Ala Ile Ala His
 165 170 175

His Ala Pro Gly Gly Glu Ala Tyr Trp Ser Ala Ala Leu Asn Ser Gly
 180 185 190

Val His Val Leu Met Tyr Ala Tyr Tyr Phe Leu Ala Ala Cys Leu Arg
 195 200 205

Ser Ser Pro Lys Leu Lys Asn Lys Tyr Leu Phe Trp Gly Arg Tyr Leu
 210 215 220

Thr Gln Phe Gln Met Phe Gln Phe Met Leu Asn Leu Val Gln Ala Tyr
 225 230 235 240

Tyr Asp Met Lys Thr Asn Ala Pro Tyr Pro Gln Trp Leu Ile Lys Ile
 245 250 255

Leu Phe Tyr Tyr Met Ile Ser Leu Leu Phe Leu Phe Gly Asn Phe Tyr
 260 265 270

Val Gln Lys Tyr Ile Lys Pro Ser Asp Gly Lys Gln Lys Gly Ala Lys
 275 280 285

Thr Glu
 290

<210> 27
 <211> 525
 <212> PRT
 <213> Unknown

<400> 27
 Met Val Phe Ala Gly Gly Gly Leu Gln Gln Gly Ser Leu Glu Glu Asn
 1 5 10 15
 Ile Asp Val Glu His Ile Ala Ser Met Ser Leu Phe Ser Asp Phe Phe
 20 25 30
 Ser Tyr Val Ser Ser Thr Val Gly Ser Trp Ser Val His Ser Ile Gln
 35 40 45
 Pro Leu Lys Arg Leu Thr Ser Lys Lys Arg Val Ser Glu Ser Ala Ala
 50 55 60
 Val Gln Cys Ile Ser Ala Glu Val Gln Arg Asn Ser Ser Thr Gln Gly
 65 70 75 80
 Thr Ala Glu Ala Leu Ala Glu Ser Val Val Lys Pro Thr Arg Arg Arg
 85 90 95
 Ser Ser Gln Trp Lys Lys Ser Thr His Pro Leu Ser Glu Val Ala Val
 100 105 110
 His Asn Lys Pro Ser Asp Cys Trp Ile Val Val Lys Asn Lys Val Tyr
 115 120 125
 Asp Val Ser Asn Phe Ala Asp Glu His Pro Gly Gly Ser Val Ile Ser
 130 135 140
 Thr Tyr Phe Gly Arg Asp Gly Thr Asp Val Phe Ser Ser Phe His Ala
 145 150 155 160
 Ala Ser Thr Trp Lys Ile Leu Gln Asp Phe Tyr Ile Gly Asp Val Glu
 165 170 175
 Arg Val Glu Pro Thr Pro Glu Leu Leu Lys Asp Phe Arg Glu Met Arg
 180 185 190
 Ala Leu Phe Leu Arg Glu Gln Leu Phe Lys Ser Ser Lys Leu Tyr Tyr
 195 200 205
 Val Met Lys Leu Leu Thr Asn Val Ala Ile Phe Ala Ala Ser Ile Ala
 210 215 220
 Ile Ile Cys Trp Ser Lys Thr Ile Ser Ala Val Leu Ala Ser Ala Cys
 225 230 235 240

Met Met Ala Leu Cys Phe Gln Gln Cys Gly Trp Leu Ser His Asp Phe
 245 250 255
 Leu His Asn Gln Val Phe Glu Thr Arg Trp Leu Asn Glu Val Val Gly
 260 265 270
 Tyr Val Ile Gly Asn Ala Val Leu Gly Phe Ser Thr Gly Trp Trp Lys
 275 280 285
 Glu Lys His Asn Leu His His Ala Ala Pro Asn Glu Cys Asp Gln Thr
 290 295 300
 Tyr Gln Pro Ile Asp Glu Asp Ile Asp Thr Leu Pro Leu Ile Ala Trp
 305 310 315 320
 Ser Lys Asp Ile Leu Ala Thr Val Glu Asn Lys Thr Phe Leu Arg Ile
 325 330 335
 Leu Gln Tyr Gln His Leu Phe Phe Met Gly Leu Leu Phe Phe Ala Arg
 340 345 350
 Gly Ser Trp Leu Phe Trp Ser Trp Arg Tyr Thr Ser Thr Ala Val Leu
 355 360 365
 Ser Pro Val Asp Arg Leu Leu Glu Lys Gly Thr Val Leu Phe His Tyr
 370 375 380
 Phe Trp Phe Val Gly Thr Ala Cys Tyr Leu Leu Pro Gly Trp Lys Pro
 385 390 395 400
 Leu Val Trp Met Ala Val Thr Glu Leu Met Ser Gly Met Leu Leu Gly
 405 410 415
 Phe Val Phe Val Leu Ser His Asn Gly Met Glu Val Tyr Asn Ser Ser
 420 425 430
 Lys Glu Phe Val Ser Ala Gln Ile Val Ser Thr Arg Asp Ile Lys Gly
 435 440 445
 Asn Ile Phe Asn Asp Trp Phe Thr Gly Gly Leu Asn Arg Gln Ile Glu
 450 455 460
 His His Leu Phe Pro Thr Met Pro Arg His Asn Leu Asn Lys Ile Ala
 465 470 475 480
 Pro Arg Val Glu Val Phe Cys Lys Lys His Gly Leu Val Tyr Glu Asp
 485 490 495
 Val Ser Ile Ala Thr Gly Thr Cys Lys Val Leu Lys Ala Leu Lys Glu
 500 505 510
 Val Ala Glu Ala Ala Ala Glu Gln His Ala Thr Thr Ser
 515 520 525

<210> 28

<211> 17752

<212> DNA
 <213> Unknown

<220>
 <223> pflanz. Expressionsvektor mit 3
 Promotor-Terminator- Expressionskassetten
 inseriert mit Physcomitrella Elongase + Desaturase
 + Phaeodactylum Desaturase

<220>
 <221> CDS
 <222> (11543)..(12415)

<220>
 <221> CDS
 <222> (13313)..(14890)

<220>
 <221> CDS
 <222> (15791)..(17200)

<400> 28
 gatctggcgc cggccagcga gacgagcaag attggccgcc gcccgaaacg atccgacagc 60
 gcgcccagca caggtgcgca ggcaaattgc accaacgcat acagcgccag cagaatgccca 120
 tagtgggagg tgacgtcggt cgagtgaacc agatcgcgca ggaggcccg cagcaccggc 180
 ataatcaggc cgatgccgac agcgctcgagc gcgacagtgc tcagaattac gatcaggggt 240
 atgttgggtt tcacgtctgg cctccggacc agcctccgct ggtccgattg aacgcgcgga 300
 ttctttatca ctgataagtt ggtggacata ttatgtttat cagtgataaa gtgtcaagca 360
 tgacaaagtt gcagccgaat acagtgatcc gtgccgccct ggacctgttg aacgaggtcg 420
 gcgtagacgg tctgacgaca cgcaaactgg cggaacggtt ggggggttcag cagccggcgc 480
 tttactggca cttcaggaac aagcggggcg tgctcgacgc actggccgaa gccatgctgg 540
 cggagaatca tacgcattcg gtgccgagag ccgacgacga ctggcgctca tttctgatcg 600
 ggaatgcccg cagcttcagg caggcgctgc tcgcctaccg cgatggcgcg cgcattccatg 660
 ccggcacgcg accggggcgca ccgcagatgg aaacggccga cgcgacgctt cgcttcctct 720
 gcgaggcggg tttttcggcc ggggacgccg tcaatgcgct gatgacaatc agctacttca 780
 ctgttggggc cgtgcttgag gagcaggccg gcgacagcga tgccggcgag cgcggcggca 840
 ccgttgaaca ggctccgctc tcgccgtgt tgccggccgc gatagacgcc ttcgacgaag 900
 ccggtccgga cgcagcgctt gagcagggac tcgcggtgat tgtcgatgga ttggcgaaaa 960
 ggaggctcgt tgtcaggaac gttgaaggac cgagaaaggg tgacgattga tcaggaccgc 1020
 tgccggagcg caaccactc actacagcag agccatgtag acaacatccc ctcccccttt 1080

ccaccgcgtc agacgcccgt agcagcccgc tacgggcttt ttcattgcct gccctagcgt 1140
 ccaagcctca cggccgcgct cggcctctct ggccggccttc tggcgctctt ccgcttcctc 1200
 gctcactgac tcgctgcgct cggctggttcg gctgcggcga gcggtatcag ctactcaaa 1260
 ggcggtaata cggttatcca cagaatcagg ggataacgca ggaaagaaca tgtgagcaaa 1320
 aggccagcaa aaggccagga accgtaaaaa ggccgcgttg ctggcgcttt tccataggct 1380
 ccgccccct gacgagcatc aaaaaaatcg acgctcaagt cagagggtggc gaaacccgac 1440
 aggactataa agataccagg cgtttccccc tggaagctcc ctctgctgct ctctgttcc 1500
 gacctgccg cttaccggat acctgtccgc ctttctccct tcgggaagcg tggcgctttt 1560
 ccgctgcata accctgcttc ggggtcatta tagcgatttt ttcggtatat ccatcctttt 1620
 tcgcacgata tacaggattt tgccaaaggg ttcgtgtaga ctttccttgg tgtatccaac 1680
 ggcgtcagcc gggcaggata ggtgaagtag gccacccgc gagcgggtgt tccttcttca 1740
 ctgtccctta ttgcacctg gcggtgctca acgggaatcc tgctctgcga ggctggccgg 1800
 ctaccgccgg cgtaacagat gagggcaagc ggatggctga tgaaaccaag ccaaccagga 1860
 agggcagccc acctatcaag gtgtactgcc ttccagacga acgaagagcg attgaggaaa 1920
 aggcggcggc ggccggcatg agcctgtcgg cctacctgct ggccgtcggc cagggttaca 1980
 aaatcacggg cgctcgtggac tatgagcacg tccgcgagct ggcccgcatc aatggcgacc 2040
 tgggccgcct gggcggcctg ctgaaactct ggctcaccga cgaccgcgc acggcgcggt 2100
 tcggtgatgc cacgatctc gccctgctgg cgaagatcga agagaagcag gacgagcttg 2160
 gcaaggatcat gatgggcgtg gtccgcccga gggcagagcc atgacttttt tagccgctaa 2220
 aacggccggg ggggtgcgct gattgccaag cacgtcccca tgcgtccat caagaagagc 2280
 gacttcgcgg agctggtgaa gtacatcacc gacgagcaag gcaagaccga gcgcctttgc 2340
 gacgtcacc gggctggttg ccctcgccgc tgggctggcg gccgtctatg gccctgcaaa 2400
 cgcgccagaa acgccgtcga agccgtgtgc gagacaccgc ggccgccggc gttgtggata 2460
 cctcgcgga aacttgccc tctactgacag atgaggggcg gacgttgaca cttgaggggc 2520
 cgactaccc ggccggcgct tgacagatga ggggcaggct cgatttcggc cggcgacgtg 2580
 gagctggcca gcctcgcaaa tcggcgaaaa ccctgattt tacgcgagtt tccacagat 2640
 gatgtggaca agcctgggga taagtgcctt ggggtattga cacttgaggg gcgcgactac 2700
 tgacagatga ggggcgcgat ccttgacact tgaggggagc agtgctgaca gatgaggggc 2760
 gcacctattg acatttgagg ggctgtccac aggcagaaaa tccagcattt gcaagggttt 2820

ccgcccgttt ttcggccacc gctaacctgt cttttaacct gcttttaaacc caatatattat 2880
 aaaccttggtt ttttaaccagg gctgcgccct gtgcgcgtga ccgcgcacgc cgaagggggg 2940
 tgccccccct tctcgaaccc tcccgggccg ctaacgcggg cctcccatcc ccccaggggc 3000
 tgcgcccctc ggccgcgaac ggcctcacc caaaaatggc agcgctggca gtccttgcca 3060
 ttgcccgggat cggggcagta acgggatggg cgatcagccc gagcgcgacg cccggaagca 3120
 ttgaogtgcc gcaggtgctg gcacgcacat tcagcgacca ggtgccgggc agtgagggcg 3180
 gcggcctggg tggcggcctg cccttcactt cggccgtcgg ggcattcacg gacttcattg 3240
 cggggccggc aattttttacc ttgggcattc ttggcatagt ggtcgcgggt gccgtgctcg 3300
 tgttcggggg tgcgataaac ccagcgaacc atttgaggtg ataggtaaga ttataccgag 3360
 gtatgaaaac gagaattgga cctttacaga attactctat gaagcgccat atttaaaaag 3420
 ctaccaagac gaagaggatg aagaggatga ggaggcagat tgccttgaat atattgacaa 3480
 tactgataag ataatatatc ttttatatag aagatatcgc cgtatgtaag gatttcaggg 3540
 ggcaaggcat aggcagcgcg cttatcaata tatctataga atgggcaaag cataaaaact 3600
 tgcattggact aatgcttgaa acccaggaca ataaccttat agcttgtaaa ttctatcata 3660
 attgggtaat gactccaact tattgatagt gttttatggt cagataatgc ccgatgactt 3720
 tgtcatgcag ctccaccgat tttgagaacg acagcgactt ccgtcccagc cgtgccaggt 3780
 gctgcctcag attcagggtta tgccgctcaa ttgcgtgcgt atatcgcttg ctgattacgt 3840
 gcagctttcc cttcaggcgg gattcataca gcggccagcc atccgtcatc catatcacca 3900
 cgtcaaaggg tgacagcagg ctcataagac gcccagcgt cgccatagtg cgttcaccga 3960
 atacgtgcgc aacaaccgtc ttccggagac tgtcatacgc gtaaaacagc cagcgctggc 4020
 gcgatttagc cccgacatag cccactgtt cgtccatttc cgcgacagc atgacgtcac 4080
 tgcccggctg tatgcgcgag gttaccgact gcggcctgag ttttttaagt gacgtaaaat 4140
 cgtgttgagg ccaacgcccc taatgcgggc tgttgcccgg catccaacgc cattcatggc 4200
 catatcaatg attttctggt gcgtaccggg ttgagaagcg gtgtaagtga actgcagttg 4260
 ccatgtttta cggcagtgag agcagagata gcgctgatgt ccggcggtgc ttttgccgtt 4320
 acgcaccacc ccgtcagtag ctgaacagga gggacagctg atagacacag aagccactgg 4380
 agcacctcaa aaacaccatc atacactaaa tcagtaagtt ggcagcatca ccataattg 4440
 tggtttcaaa atcgggtccg tcgatactat gttatacgcc aactttgaaa acaactttga 4500
 aaaagctggt ttctggtatt taaggtttta gaatgcaagg aacagtgaat tggagttcgt 4560

cttgttataa ttagcttctt ggggtatctt taaataactgt agaaaagagg aaggaaataa 4620
 taaatggcta aaatgagaat atcaccggaa ttgaaaaaac tgatcgaaaa ataccgctgc 4680
 gtaaaagata cggaaggaat gtctcctgct aaggtatata agctggtggg agaaaatgaa 4740
 aacctatatt taaaaatgac ggacagccgg tataaaggga ccacctatga tgtggaacgg 4800
 gaaaaggaca tgatgctatg gctggaagga aagctgcctg ttccaaaggt cctgcacttt 4860
 gaacggcatg atggctggag caatctgctc atgagtgagg ccgatggcgt cctttgctcg 4920
 gaagagtatg aagatgaaca aagccctgaa aagattatcg agctgtatgc ggagtgcac 4980
 aggctctttc actccatcga catatcggat tgtccctata cgaatagctt agacagccgc 5040
 ttagccgaat tggattactt actgaataac gatctggccg atgtggattg cgaaaactgg 5100
 gaagaagaca ctccatttaa agatccgcgc gagctgtatg atttttttaa gacggaaaag 5160
 cccgaagagg aacttgtctt ttcccacggc gacctgggag acagcaacat ctttgtgaaa 5220
 gatggcaaag taagtggctt tattgatctt gggagaagcg gcagggcgga caagtggat 5280
 gacattgcct tctgcgtccg gtcgatcagg gaggatatcg gggaagaaca gtatgtcgag 5340
 ctatTTTTtg acttactggg gatcaagcct gattgggaga aaataaaata ttatatttta 5400
 ctggatgaat tgTTTTtagta cctagatgtg gcgcaacgat gccggcgaca agcaggagcg 5460
 caccgacttc ttccgcatca agtgTTTTtg ctctcaggcc gagggccacg gcaagtattt 5520
 gggcaagggg tcgctgggat tcgtgcaggg caagattcgg aataccaagt acgagaagga 5580
 cggccagacg gtctacggga ccgacttcat tgccgataag gtggattatc tggacaccaa 5640
 ggcaccaggc ggggtcaaatac aggaataagg gcacattgcc ccggcgtgag tcggggcaat 5700
 cccgcaagga ggggtgaatga atcggacgtt tgaccggaag gcatacaggc aagaactgat 5760
 cgacgcgggg ttttccgccg aggatgccga aaccatcgca agccgcaccg tcatgcgtgc 5820
 gccccgcgaa accttccagt ccgtcggctc gatggtccag caagctacgg ccaagatcga 5880
 gcgcgacagc gtgcaactgg ctccccctgc cctgcccgcg ccatcggccg ccgtggagcg 5940
 ttccgctcgt ctgcaacagg aggcggcagg tttggcgaag tcgatgacca tcgacacgcg 6000
 aggaactatg acgaccaaga agcgaaaaac cgccggcgag gacctggcaa aacaggtcag 6060
 cgaggccaag caggccgcgt tgctgaaaca cacgaagcag cagatcaagg aaatgcagct 6120
 ttcttgttc gatattgcgc cgtggccgga cacgatgcga gcgatgcaa acgacacggc 6180
 ccgctctgcc ctgttcacca cgcgcaacaa gaaaatcccc gcgagggcg tgcaaaacaa 6240
 ggtcattttc cacgtcaaca aggacgtgaa gatcacctac accggcgtcg agctgcgggc 6300

cgacgatgac gaactgggtgt ggcagcaggt gttggagtag cgaagcgca cccctatcgg 6360
 cgagccgac accttcacgt tctacgagct ttgccaggac ctgggctggg cgatcaatgg 6420
 ccggtattac acgaaggccg aggaatgcct gtcgcgccta caggcgacgg cgatgggctt 6480
 cacgtccgac cgcgttgggc acctggaatc ggtgtcgtg ctgcaccgct tccgcgtcct 6540
 ggaccgtggc aagaaaacgt cccgttgcca ggtcctgac gacgaggaaa tcgtcgtgct 6600
 gtttgctggc gaccactaca cgaaattcat atgggagaag taccgcaagc tgtcgccgac 6660
 ggcccgcgg atgttcgact atttcagctc gcaccgggag ccgtacccgc tcaagctgga 6720
 aaccttcgc ctcatgtgcg gatcggattc caccgcgtg aagaagtggc gcgagcaggt 6780
 cggcgaagcc tgcgaagagt tgcgaggcag cggcctgggt gaacacgcct ggggtcaatga 6840
 tgacctgggt cattgcaaac gctagggcct tgtgggggtca gttccggctg ggggttcagc 6900
 agccagcgt tttactggcat ttcaggaaca agcgggcact gtcgacgca cttgcttcgc 6960
 tcagtatcgc tcgggacgca cggcgcgtc tacgaactgc cgataaacag aggattaaaa 7020
 ttgacaattg tgattaaggc tcagattcga cggcttggag cggccgacgt gcaggatttc 7080
 cgcgagatcc gattgtcggc cctgaagaaa gctccagaga tgttcgggtc cgtttacgag 7140
 caccaggaga aaaagcccat ggaggcgtt gctgaacggt tgcgagatgc cgtggcattc 7200
 ggcgcctaca tcgacggcga gatcattggg ctgtcgggtc tcaaacagga ggacggcccc 7260
 aaggacgtc acaaggcgca tctgtccggc gttttcgtgg agcccgaaca gcgaggccga 7320
 ggggtcgccg gtatgctgct gcgggcgtt cgggcgggtt tattgctcgt gatgatcgtc 7380
 cgacagattc caacgggaat ctggtggatg cgcattctca tcctcggcgc acttaatt 7440
 tcgctattct ggagcttggt gtttatttcg gtctaccgcc tgccggggcg ggtcgcggcg 7500
 acggtaggcg ctgtgcagcc gctgatgggt gtgttcattc ctgccgtct gctaggtagc 7560
 ccgatacgat tgatggcggt cctgggggct atttgcgga ctgcgggcgt ggcgtggtg 7620
 gtgttgacac caaacgcagc gctagatcct gtcggcgctc cagcgggcct ggccggggcg 7680
 gtttccatgg cgttcggaac cgtgctgacc cgcaagtggc aacctccgt gcctctgctc 7740
 acctttaccg cctggcaact ggccggcgga ggacttctgc tcgttcaggt agctttagt 7800
 tttgatccgc caatcccgat gcctacagga accaatgttc tcggcctggc gtggctcggc 7860
 ctgatcggag cgggtttaac ctacttcctt tggttccggg gatctcgcg actcgaacct 7920
 acagttgttt ccttactggg ctttctcagc ccagatctg gggtcgatca gccggggatg 7980
 catcaggccg acagtcggaa cttcgggtcc ccgacctga ccattcgggt agcaatggat 8040

aggggagttg atatcgtcaa cgttcacttc taaagaaata gcgccactca gcttcctcag 8100
 cggctttatc cagcgatttc ctattatgtc ggcatagttc tcaagatcga cagcctgtca 8160
 cggttaagcg agaaatgaat aagaaggctg ataattcgga tctctgcgag ggagatgata 8220
 tttgatcaca ggcagcaacg ctctgtcatc gttacaatca acatgctacc ctccgcgaga 8280
 tcatccgtgt ttcaaaccgg gcagcttagt tgccgttctt ccgaatagca tcggtaacat 8340
 gagcaaagtc tgccgcctta caacggctct cocgctgacg ccgtcccgga ctgatgggct 8400
 gcctgtatcg agtggtgatt ttgtgccgag ctgccggtcg gggagctggt ggctggctgg 8460
 tggcaggata tattgtggtg taaacaaatt gacgcttaga caacttaata acacattgcg 8520
 gacgttttta atgtactggg gtggtttttc ttttcaccag tgagacgggc aacagctgat 8580
 tgcccttcac cgctggccc tgagagagtt gcagcaagcg gtccacgctg gtttgcccca 8640
 gcaggcgaaa atcctgtttg atggtggttc cgaaatcggc aaaatccctt ataaatcaaa 8700
 agaatagccc gagatagggg tgagtgttgt tccagtttgg aacaagagtc cactattaaa 8760
 gaacgtggac tccaacgtca aagggcgaaa aaccgtctat cagggcgatg gccactacg 8820
 tgaaccatca cccaaatcaa gttttttggg gtcgaggtgc cgtaaagcac taaatcggaa 8880
 ccctaaaggg agccccgat ttagagcttg acggggaaaag ccggcgaacg tggcgagaaa 8940
 ggaaggggaag aaagcgaaag gagcgggccc cattcaggct gcgcaactgt tgggaagggc 9000
 gatcgggtgcg ggcctcttcg ctattacgcc agctggcgaa agggggatgt gctgcaaggc 9060
 gattaagttg ggtaacgcca gggttttccc agtcacgacg ttgtaaaacg acggccagtg 9120
 aattaattcc catcttgaaa gaaatatagt ttaaataatt attgataaaa taacaagtca 9180
 ggtattatag tccaagcaaa aacataaatt tattgatgca agtttaaatt cagaaatatt 9240
 tcaataactg attatatcag ctggtacatt gccgtagatg aaagactgag tgcgatatta 9300
 tgtgtaatac ataaattgat gatatagcta gcttagctca tcgggggatc cgtcgaagct 9360
 agcttgggtc ccgctcagaa gaactcgtca agaaggcgat agaaggcgat gcgctgcgaa 9420
 tcgggagcgg cgataccgta aagcacgagg aagcggtcag ccatttcgcc gccaaagctct 9480
 tcagcaatat cacgggtagc caacgctatg tcctgatage ggtccgccac acccagccgg 9540
 ccacagtoga tgaatccaga aaagcggcca tttccacca tgatattcgg caagcaggca 9600
 tcgccatggg tcacgacgag atcctcgccg tcgggcatgc gcgccttgag cctggcgaac 9660
 agttcggctg gcgcgagccc ctgatgctct tcgtccagat catcctgac gacaagaccg 9720
 gcttccatcc gagtacgtgc tcgctcgatg cgatgtttcg cttggtggtc gaatgggcag 9780

gtagccggat caagcgtatg cagccgccgc attgcatcag ccatgatgga tactttctcg 9840
 gcaggagcaa ggtgagatga caggagatcc tgccccggca cttcgcccaa tagcagccag 9900
 tcccttccccg cttcagtgc aacgtcgagc acagctgcgc aaggaacgcc cgtcgtggcc 9960
 agccacgata gccgcgctgc ctogtcctgc agttcattca gggcaccgga caggtcggtc 10020
 ttgacaaaaa gaaccgggcg cccctgcgct gacagccgga acacggcggc atcagagcag 10080
 ccgattgtct gttgtgcca gtcatagccg aatagcctct ccaccaagc ggccggagaa 10140
 cctgcgtgca atccatcttg ttcaatccaa gctcccatgg gccctcgact agagtcgaga 10200
 tctggattga gagtgaatat gagactctaa ttggataccg aggggaattt atggaacgtc 10260
 agtggagcat ttttgacaag aaatatttgc tagctgatag tgacctagg cgacttttga 10320
 acgcgcaata atggtttctg acgtatgtgc ttagctcatt aaactccaga aaccgcggc 10380
 tgagtggctc cttcaacgtt gcggttctgt cagttccaaa cgtaaaacgg cttgtccgc 10440
 gtcacggcg ggggtcataa cgtgactccc ttaattctcc gctcatgac ttgatcccct 10500
 gcgccatcag atccttggcg gcaagaaagc catccagttt actttgcagg gttcccaac 10560
 cttaccagag ggcccccag ctggcaattc cggttcgctt gctgtccata aaaccgcca 10620
 gtctagctat cgccatgtaa gccactgca agctacctgc tttctcttg cgcttgcgtt 10680
 ttcccttgct cagatagccc agtagctgac attcatccgg ggtcagcacc gtttctgcgg 10740
 actggcttcc tacgtgttcc gcttcttta gcagcccttg cgccctgagt gcttgcgga 10800
 gcgtgaagct tgcagcctg caggtcgacg gcgcgcgag ctcctcgagc aaatttacac 10860
 attgccacta aacgtctaaa cccttgtaat ttgtttttgt ttactatgt gtgttatgta 10920
 tttgatttgc gataaatttt tatatttggg actaaattta taacaccttt tatgctaacg 10980
 tttgccaaca cttagcaatt tgcaagttga ttaattgatt ctaaattatt tttgtcttct 11040
 aaatacatat actaatcaac tggaaatgta aatatttgct aatatttcta ctataggaga 11100
 attaaagtga gtgaatatgg taccacaagg tttggagatt taattgttgc aatgctgcat 11160
 ggatggcata tacaccaaac attcaataat tcttgaggat aataatggta ccacacaaga 11220
 tttgaggtgc atgaacgtca cgtggacaaa aggttttagta attttcaag acaacaatgt 11280
 taccacacac aagttttgag gtgcatgcat ggatgccctg tggaaagttt aaaaatattt 11340
 tggaaatgat ttgcatggaa gccatgtgta aaaccatgac atccacttgg aggatgcaat 11400
 aatgaagaaa actacaaatt tacatgcaac tagttatgca tgtagtctat ataagagga 11460
 ttttgcaata ctttcattca tacacactca ctaagtttta cagattata atttcttcat 11520

agccagccca ccgcggtgga aa atg gag gtc gtg gag aga ttc tac ggt gag 11572
Met Glu Val Val Glu Arg Phe Tyr Gly Glu
1 5 10

ttg gat ggg aag gtc tcg cag ggc gtg aat gca ttg ctg ggt agt ttt 11620
Leu Asp Gly Lys Val Ser Gln Gly Val Asn Ala Leu Leu Gly Ser Phe
15 20 25

ggg gtg gag ttg acg gat acg ccc act acc aaa ggc ttg ccc ctc gtt 11668
Gly Val Glu Leu Thr Asp Thr Pro Thr Thr Lys Gly Leu Pro Leu Val
30 35 40

gac agt ccc aca ccc atc gtc ctc ggt gtt tct gta tac ttg act att 11716
Asp Ser Pro Thr Pro Ile Val Leu Gly Val Ser Val Tyr Leu Thr Ile
45 50 55

gtc att gga ggg ctt ttg tgg ata aag gcc agg gat ctg aaa ccg cgc 11764
Val Ile Gly Gly Leu Leu Trp Ile Lys Ala Arg Asp Leu Lys Pro Arg
60 65 70

gcc tgg gag cca ttt ttg ctc caa gct ttg gtg ctt gtg cac aac ctg 11812
Ala Ser Glu Pro Phe Leu Leu Gln Ala Leu Val Leu Val His Asn Leu
75 80 85 90

ttc tgt ttt gcg ctc agt ctg tat atg tgc gtg ggc atc gct tat cag 11860
Phe Cys Phe Ala Leu Ser Leu Tyr Met Cys Val Gly Ile Ala Tyr Gln
95 100 105

gct att acc tgg cgg tac tct ctc tgg ggc aat gca tac aat cct aaa 11908
Ala Ile Thr Trp Arg Tyr Ser Leu Trp Gly Asn Ala Tyr Asn Pro Lys
110 115 120

cat aaa gag atg gcg att ctg gta tac ttg ttc tac atg tct aag tac 11956
His Lys Glu Met Ala Ile Leu Val Tyr Leu Phe Tyr Met Ser Lys Tyr
125 130 135

gtg gaa ttc atg gat acc gtt atc atg ata ctg aag cgc agc acc agg 12004
Val Glu Phe Met Asp Thr Val Ile Met Ile Leu Lys Arg Ser Thr Arg
140 145 150

caa ata agc ttc ctc cac gtt tat cat cat tct tca att tcc ctc att 12052
Gln Ile Ser Phe Leu His Val Tyr His His Ser Ser Ile Ser Leu Ile
155 160 165 170

tgg tgg gct att gct cat cac gct cct ggc ggt gaa gca tat tgg tct 12100
Trp Trp Ala Ile Ala His His Ala Pro Gly Gly Glu Ala Tyr Trp Ser
175 180 185

gcg gct ctg aac tca gga gtg cat gtt ctc atg tat gcg tat tac ttc 12148
Ala Ala Leu Asn Ser Gly Val His Val Leu Met Tyr Ala Tyr Tyr Phe
190 195 200

ttg gct gcc tgc ctt cga agt agc cca aag tta aaa aat aag tac ctt 12196
Leu Ala Ala Cys Leu Arg Ser Ser Pro Lys Leu Lys Asn Lys Tyr Leu
205 210 215

ttt tgg ggc agg tac ttg aca caa ttc caa atg ttc cag ttt atg ctg 12244
Phe Trp Gly Arg Tyr Leu Thr Gln Phe Gln Met Phe Gln Phe Met Leu

220	225	230	
aac tta gtg cag gct tac tac gac atg aaa acg aat gcg cca tat cca			12292
Asn Leu Val Gln Ala Tyr Tyr Asp Met Lys Thr Asn Ala Pro Tyr Pro			
235	240	245	250
caa tgg ctg atc aag att ttg ttc tac tac atg atc tcg ttg ctg ttt			12340
Gln Trp Leu Ile Lys Ile Leu Phe Tyr Tyr Met Ile Ser Leu Leu Phe			
255	260		265
ctt ttc ggc aat ttt tac gta caa aaa tac atc aaa ccc tct gac gga			12388
Leu Phe Gly Asn Phe Tyr Val Gln Lys Tyr Ile Lys Pro Ser Asp Gly			
270	275		280
aag caa aag gga gct aaa act gag tga tctagaaggc ctctgcttt			12435
Lys Gln Lys Gly Ala Lys Thr Glu			
285	290		
aatgagatat gcgagacgcc tatgatcgca tgatatttgc tttcaattct gttgtgcacg			12495
ttgtaaaaaa cctgagcatg tgtagctcag atccttaccg ccggtttcgg ttcattctaa			12555
tgaatatatc acccgttact atcgtatttt tatgaataat attctccggt caatttactg			12615
attgtccgtc gagcaaattt acacattgcc actaaacgtc taaacccttg taatttgttt			12675
ttgttttact atgtgtgtta tgtatttgat ttgcgataaa tttttatatt tggactaaa			12735
tttataacac cttttatgct aacgtttgcc aacacttagc aatttgcaag ttgattaatt			12795
gattctaaat tatttttgtc ttctaaatac atatactaata caactggaaa tgtaaataat			12855
tgctaataat tctactatag gagaattaaa gtgagtgaat atggtaccac aagggttgga			12915
gatttaattg ttgcaatgct gcatggatgg catatacacc aaacattcaa taattcttga			12975
ggataataat ggtaccacac aagatttgag gtgcatgaac gtcacgtgga caaaagggtt			13035
agtaattttt caagacaaca atgttaccac acacaagttt tgaggtgcat gcatggatgc			13095
cctgtggaaa gtttaaaaat attttggaat tgatttgcat ggaagccatg tgtaaaacca			13155
tgacatccac ttggaggatg caataatgaa gaaaactaca aatttacatg caactagtta			13215
tgcatttagt ctatataatg aggattttgc aatactttca ttcatacaca ctactaagt			13275
tttacacgat tataattttct tcatagccag cggatcc atg gta ttc gcg ggc ggt			13330
		Met Val Phe Ala Gly Gly	295
gga ctt cag cag ggc tct ctc gaa gaa aac atc gac gtc gag cac att			13378
Gly Leu Gln Gln Gly Ser Leu Glu Glu Asn Ile Asp Val Glu His Ile			
300	305		310
gcc agt atg tct ctc ttc agc gac ttc ttc agt tat gtg tct tca act			13426
Ala Ser Met Ser Leu Phe Ser Asp Phe Phe Ser Tyr Val Ser Ser Thr			
315	320		325

gtt ggt tgc tgg agc gta cac agt ata caa cct ttg aag cgc ctg acg	13474
Val Gly Ser Trp Ser Val His Ser Ile Gln Pro Leu Lys Arg Leu Thr	
330 335 340 345	
agt aag aag cgt gtt tgc gaa agc gct gcc gtg caa tgt ata tca gct	13522
Ser Lys Lys Arg Val Ser Glu Ser Ala Ala Val Gln Cys Ile Ser Ala	
350 355 360	
gaa gtt cag aga aat tgc agt acc cag gga act gcg gag gca ctc gca	13570
Glu Val Gln Arg Asn Ser Ser Thr Gln Gly Thr Ala Glu Ala Leu Ala	
365 370 375	
gaa tca gtc gtg aag ccc acg aga cga agg tca tct cag tgg aag aag	13618
Glu Ser Val Val Lys Pro Thr Arg Arg Arg Ser Ser Gln Trp Lys Lys	
380 385 390	
tgc aca cac ccc cta tca gaa gta gca gta cac aac aag cca agc gat	13666
Ser Thr His Pro Leu Ser Glu Val Ala Val His Asn Lys Pro Ser Asp	
395 400 405	
tgc tgg att gtt gta aaa aac aag gtg tat gat gtt tcc aat ttt gcg	13714
Cys Trp Ile Val Val Lys Asn Lys Val Tyr Asp Val Ser Asn Phe Ala	
410 415 420 425	
gac gag cat ccc gga gga tca gtt att agt act tat ttt gga cga gac	13762
Asp Glu His Pro Gly Gly Ser Val Ile Ser Thr Tyr Phe Gly Arg Asp	
430 435 440	
ggc aca gat gtt ttc tct agt ttt cat gca gct tct aca tgg aaa att	13810
Gly Thr Asp Val Phe Ser Ser Phe His Ala Ala Ser Thr Trp Lys Ile	
445 450 455	
ctt caa gac ttt tac att ggt gac gtg gag agg gtg gag ccg act cca	13858
Leu Gln Asp Phe Tyr Ile Gly Asp Val Glu Arg Val Glu Pro Thr Pro	
460 465 470	
gag ctg ctg aaa gat ttc cga gaa atg aga gct ctt ttc ctg agg gag	13906
Glu Leu Leu Lys Asp Phe Arg Glu Met Arg Ala Leu Phe Leu Arg Glu	
475 480 485	
caa ctt ttc aaa agt tgc aaa ttg tac tat gtt atg aag ctg ctc acg	13954
Gln Leu Phe Lys Ser Ser Lys Leu Tyr Tyr Val Met Lys Leu Leu Thr	
490 495 500 505	
aat gtt gct att ttt gct gcg agc att gca ata ata tgt tgg agc aag	14002
Asn Val Ala Ile Phe Ala Ala Ser Ile Ala Ile Ile Cys Trp Ser Lys	
510 515 520	
act att tca gcg gtt ttg gct tca gct tgt atg atg gct ctg tgt ttc	14050
Thr Ile Ser Ala Val Leu Ala Ser Ala Cys Met Met Ala Leu Cys Phe	
525 530 535	
caa cag tgc gga tgg cta tcc cat gat ttt ctc cac aat cag gtg ttt	14098
Gln Gln Cys Gly Trp Leu Ser His Asp Phe Leu His Asn Gln Val Phe	
540 545 550	
gag aca cgc tgg ctt aat gaa gtt gtc ggg tat gtg atc ggc aac gcc	14146
Glu Thr Arg Trp Leu Asn Glu Val Val Gly Tyr Val Ile Gly Asn Ala	

555	560	565	
gtt ctg ggg ttt agt aca ggg tgg tgg aag gag aag cat aac ctt cat			14194
Val Leu Gly Phe Ser Thr Gly Trp Trp Lys Glu Lys His Asn Leu His			
570	575	580	585
cat gct gct cca aat gaa tgc gat cag act tac caa cca att gat gaa			14242
His Ala Ala Pro Asn Glu Cys Asp Gln Thr Tyr Gln Pro Ile Asp Glu			
	590	595	600
gat att gat act ctc ccc ctc att gcc tgg agc aag gac ata ctg gcc			14290
Asp Ile Asp Thr Leu Pro Leu Ile Ala Trp Ser Lys Asp Ile Leu Ala			
	605	610	615
aca gtt gag aat aag aca ttc ttg cga atc ctc caa tac cag cat ctg			14338
Thr Val Glu Asn Lys Thr Phe Leu Arg Ile Leu Gln Tyr Gln His Leu			
	620	625	630
ttc ttc atg ggt ctg tta ttt ttc gcc cgt ggt agt tgg ctc ttt tgg			14386
Phe Phe Met Gly Leu Leu Phe Phe Ala Arg Gly Ser Trp Leu Phe Trp			
	635	640	645
agc tgg aga tat acc tct aca gca gtg ctc tca cct gtc gac agg ttg			14434
Ser Trp Arg Tyr Thr Ser Thr Ala Val Leu Ser Pro Val Asp Arg Leu			
	650	655	660
ttg gag aag gga act gtt ctg ttt cac tac ttt tgg ttc gtc ggg aca			14482
Leu Glu Lys Gly Thr Val Leu Phe His Tyr Phe Trp Phe Val Gly Thr			
	670	675	680
gcg tgc tat ctt ctc cct ggt tgg aag cca tta gta tgg atg gcg gtg			14530
Ala Cys Tyr Leu Leu Pro Gly Trp Lys Pro Leu Val Trp Met Ala Val			
	685	690	695
act gag ctc atg tcc ggc atg ctg ctg ggc ttt gta ttt gta ctt agc			14578
Thr Glu Leu Met Ser Gly Met Leu Leu Gly Phe Val Phe Val Leu Ser			
	700	705	710
cac aat ggg atg gag gtt tat aat tgc tct aaa gaa ttc gtg agt gca			14626
His Asn Gly Met Glu Val Tyr Asn Ser Ser Lys Glu Phe Val Ser Ala			
	715	720	725
cag atc gta tcc aca cgg gat atc aaa gga aac ata ttc aac gac tgg			14674
Gln Ile Val Ser Thr Arg Asp Ile Lys Gly Asn Ile Phe Asn Asp Trp			
	730	735	740
ttc act ggt ggc ctt aac agg caa ata gag cat cat ctt ttc cca aca			14722
Phe Thr Gly Gly Leu Asn Arg Gln Ile Glu His His Leu Phe Pro Thr			
	750	755	760
atg ccc agg cat aat tta aac aaa ata gca cct aga gtg gag gtg ttc			14770
Met Pro Arg His Asn Leu Asn Lys Ile Ala Pro Arg Val Glu Val Phe			
	765	770	775
tgt aag aaa cac ggt ctg gtg tac gaa gac gta tct att gct acc ggc			14818
Cys Lys Lys His Gly Leu Val Tyr Glu Asp Val Ser Ile Ala Thr Gly			
	780	785	790

act tgc aag gtt ttg aaa gca ttg aag gaa gtc gcg gag gct gcg gca 14866
 Thr Cys Lys Val Leu Lys Ala Leu Lys Glu Val Ala Glu Ala Ala Ala
 795 800 805

gag cag cat gct acc acc agt taa gctagcggtta accctgcttt aatgagatat 14920
 Glu Gln His Ala Thr Ser
 810 815

gcgagacgcc tatgatcgca tgatatttgc tttcaattct gttgtgcacg ttgtaaaaaa 14980

cctgagcatg tgtagctcag atccttaccg ccggtttcgg ttcatcttaa tgaatatatc 15040

accggttact atcgtatttt tatgaataat attctccgtt caatttactg attgtccgtc 15100

gagcaaattt acacattgcc actaaacgtc taaacccttg taatttgttt ttgttttact 15160

atgtgtgtta tgtatttgat ttgcgataaa tttttatatt tgggtactaaa tttataacac 15220

cttttatgct aacgtttgcc aacacttagc aatttgcaag ttgattaatt gattctaaat 15280

tatttttgtc ttctaaatac atatactaata caactggaaa tgtaaataatt tgctaataatt 15340

tctactatag gagaattaaa gtgagtgaat atggtaccac aagggttgga gatttaattg 15400

ttgcaatgct gcatggatgg catatacacc aaacattcaa taattcttga ggataataat 15460

ggtaccacac aagatttgag gtgcatgaac gtcacgtgga caaaagggtt agtaattttt 15520

caagacaaca atgttaccac acacaagttt tgagggtgcat gcatggatgc cctgtggaaa 15580

gtttaaaaat attttggaat tgatttgcat ggaagccatg tgtaaaacca tgacatccac 15640

ttggaggatg caataatgaa gaaaactaca aatttacatg caactagtta tgcattgtagt 15700

ctatataatg aggattttgc aatactttca ttcatacaca ctactaagt tttacacgat 15760

tataatttct tcatagccag cagatctaaa atg gct ccg gat gcg gat aag ctt 15814
 Met Ala Pro Asp Ala Asp Lys Leu
 820 825

cga caa cgc cag acg act gcg gta gcg aag cac aat gct gct acc ata 15862
 Arg Gln Arg Gln Thr Thr Ala Val Ala Lys His Asn Ala Ala Thr Ile
 830 835 840

tgc acg cag gaa cgc ctt tgc agt ctg tct tgc ctc aaa ggc gaa gaa 15910
 Ser Thr Gln Glu Arg Leu Cys Ser Leu Ser Ser Leu Lys Gly Glu Glu
 845 850 855

gtc tgc atc gac gga atc atc tat gac ctc caa tca ttc gat cat ccc 15958
 Val Cys Ile Asp Gly Ile Ile Tyr Asp Leu Gln Ser Phe Asp His Pro
 860 865 870

ggg ggt gaa acg atc aaa atg ttt ggt ggc aac gat gtc act gta cag 16006
 Gly Gly Glu Thr Ile Lys Met Phe Gly Gly Asn Asp Val Thr Val Gln
 875 880 885

tac aag atg att cac ccg tac cat acc gag aag cat ttg gaa aag atg 16054
 Tyr Lys Met Ile His Pro Tyr His Thr Glu Lys His Leu Glu Lys Met

890	895	900	905	
aag cgt gtc ggc aag gtg acg gat ttc gtc tgc gag tac aag ttc gat				16102
Lys Arg Val Gly Lys Val Thr Asp Phe Val Cys Glu Tyr Lys Phe Asp				
	910	915	920	
acc gaa ttt gaa cgc gaa atc aaa cga gaa gtc ttc aag att gtg cga				16150
Thr Glu Phe Glu Arg Glu Ile Lys Arg Glu Val Phe Lys Ile Val Arg				
	925	930	935	
cga ggc aag gat ttc ggt act ttg gga tgg ttc ttc cgt gcg ttt tgc				16198
Arg Gly Lys Asp Phe Gly Thr Leu Gly Trp Phe Phe Arg Ala Phe Cys				
	940	945	950	
tac att gcc att ttc ttc tac ctg cag tac cat tgg gtc acc acg gga				16246
Tyr Ile Ala Ile Phe Phe Tyr Leu Gln Tyr His Trp Val Thr Thr Gly				
	955	960	965	
acc tct tgg ctg ctg gcc gtg gcc tac gga atc tcc caa gcg atg att				16294
Thr Ser Trp Leu Leu Ala Val Ala Tyr Gly Ile Ser Gln Ala Met Ile				
	970	975	980	985
ggc atg aat gtc cag cac gat gcc aac cac ggg gcc acc tcc aag cgt				16342
Gly Met Asn Val Gln His Asp Ala Asn His Gly Ala Thr Ser Lys Arg				
	990	995	1000	
ccc tgg gtc aac gac atg cta ggc ctc ggt gcg gat ttt att ggt ggt				16390
Pro Trp Val Asn Asp Met Leu Gly Leu Gly Ala Asp Phe Ile Gly Gly				
	1005	1010	1015	
tcc aag tgg ctc tgg cag gaa caa cac tgg acc cac cac gct tac acc				16438
Ser Lys Trp Leu Trp Gln Glu Gln His Trp Thr His His Ala Tyr Thr				
	1020	1025	1030	
aat cac gcc gag atg gat ccc gat agc ttt ggt gcc gaa cca atg ctc				16486
Asn His Ala Glu Met Asp Pro Asp Ser Phe Gly Ala Glu Pro Met Leu				
	1035	1040	1045	
cta ttc aac gac tat ccc ttg gat cat ccc gct cgt acc tgg cta cat				16534
Leu Phe Asn Asp Tyr Pro Leu Asp His Pro Ala Arg Thr Trp Leu His				
	1050	1055	1060	1065
cgc ttt caa gca ttc ttt tac atg ccc gtc ttg gct gga tac tgg ttg				16582
Arg Phe Gln Ala Phe Phe Tyr Met Pro Val Leu Ala Gly Tyr Trp Leu				
	1070	1075	1080	
tcc gct gtc ttc aat cca caa att ctt gac ctc cag caa cgc ggc gca				16630
Ser Ala Val Phe Asn Pro Gln Ile Leu Asp Leu Gln Gln Arg Gly Ala				
	1085	1090	1095	
ctt tcc gtc ggt atc cgt ctc gac aac gct ttc att cac tgc cga cgc				16678
Leu Ser Val Gly Ile Arg Leu Asp Asn Ala Phe Ile His Ser Arg Arg				
	1100	1105	1110	
aag tat gcg gtt ttc tgg cgg gct gtg tac att gcg gtg aac gtg att				16726
Lys Tyr Ala Val Phe Trp Arg Ala Val Tyr Ile Ala Val Asn Val Ile				
	1115	1120	1125	

gct ccg ttt tac aca aac tcc ggc ctc gaa tgg tcc tgg cgt gtc ttt 16774
 Ala Pro Phe Tyr Thr Asn Ser Gly Leu Glu Trp Ser Trp Arg Val Phe
 1130 1135 1140 1145
 gga aac atc atg ctc atg ggt gtg gcg gaa tcg ctc gcg ctg gcg gtc 16822
 Gly Asn Ile Met Leu Met Gly Val Ala Glu Ser Leu Ala Leu Ala Val
 1150 1155 1160
 ctg ttt tcg ttg tcg cac aat ttc gaa tcc gcg gat cgc gat ccg acc 16870
 Leu Phe Ser Leu Ser His Asn Phe Glu Ser Ala Asp Arg Asp Pro Thr
 1165 1170 1175
 gcc cca ctg aaa aag acg gga gaa cca gtc gac tgg ttc aag aca cag 16918
 Ala Pro Leu Lys Lys Thr Gly Glu Pro Val Asp Trp Phe Lys Thr Gln
 1180 1185 1190
 gtc gaa act tcc tgc act tac ggt gga ttc ctt tcc ggt tgc ttc acg 16966
 Val Glu Thr Ser Cys Thr Tyr Gly Gly Phe Leu Ser Gly Cys Phe Thr
 1195 1200 1205
 gga ggt ctc aac ttt cag gtt gaa cac cac ttg ttc cca cgc atg agc 17014
 Gly Gly Leu Asn Phe Gln Val Glu His His Leu Phe Pro Arg Met Ser
 1210 1215 1220 1225
 agc gct tgg tat ccc tac att gcc ccc aag gtc cgc gaa att tgc gcc 17062
 Ser Ala Trp Tyr Pro Tyr Ile Ala Pro Lys Val Arg Glu Ile Cys Ala
 1230 1235 1240
 aaa cac ggc gtc cac tac gcc tac tac ccg tgg atc cac caa aac ttt 17110
 Lys His Gly Val His Tyr Ala Tyr Tyr Pro Trp Ile His Gln Asn Phe
 1245 1250 1255
 ctc tcc acc gtc cgc tac atg cac gcg gcc ggg acc ggt gcc aac tgg 17158
 Leu Ser Thr Val Arg Tyr Met His Ala Ala Gly Thr Gly Ala Asn Trp
 1260 1265 1270
 cgc cag atg gcc aga gaa aat ccc ttg acc gga cgg gcg taa 17200
 Arg Gln Met Ala Arg Glu Asn Pro Leu Thr Gly Arg Ala
 1275 1280 1285
 agatctgccg gcatcgatcc cgggccatgg cctgcttttaa tgagatatgc gagacgccta 17260
 tgatcgcatg atatttgctt tcaattctgt tgtgcacgtt gtaaaaaacc tgagcatgtg 17320
 tagctcagat ccttaccgcc ggtttcggtt cattctaattg aatatatcac ccgttactat 17380
 cgtattttta tgaataatat tctccgttca atttactgat tgtccgtcga cgagctcggc 17440
 gcgcctctag aggatcgatg aattcagatc ggctgagtgg ctcccttaac gttgcgggttc 17500
 tgtcagttcc aaacgtaaaa cggcttgtcc cgcgtcatcg gcgggggtca taacgtgact 17560
 cccttaattc tccgctcatg atcagattgt cgtttccgc cttcagttta aactatcagt 17620
 gtttgacagg atatattggc gggtaaact aagagaaaag agcgtttatt agaataatcg 17680
 gatatttaaa agggcgtgaa aaggtttatc cttcgtccat ttgtatgtgc atgccaacca 17740

```
<210> 29
<211> 290
<212> PRT
<213> Unknown
```

<400> 29
Met Glu Val Val Glu Arg Phe Tyr Gly Glu Leu Asp Gly Lys Val Ser 15
1 5 10
Gln Gly Val Asn Ala Leu Leu Gly Ser Phe Gly Val Glu Leu Thr Asp 30
20 25
Thr Pro Thr Thr Lys Gly Leu Pro Leu Val Asp Ser Pro Thr Pro Ile 45
35 40
Val Leu Gly Val Ser Val Tyr Leu Thr Ile Val Ile Gly Gly Leu Leu 60
50 55
Trp Ile Lys Ala Arg Asp Leu Lys Pro Arg Ala Ser Glu Pro Phe Leu 80
65 70 75
Leu Gln Ala Leu Val Leu Val His Asn Leu Phe Cys Phe Ala Leu Ser 95
85 90
Leu Tyr Met Cys Val Gly Ile Ala Tyr Gln Ala Ile Thr Trp Arg Tyr 110
100 105
Ser Leu Trp Gly Asn Ala Tyr Asn Pro Lys His Lys Glu Met Ala Ile 125
115 120
Leu Val Tyr Leu Phe Tyr Met Ser Lys Tyr Val Glu Phe Met Asp Thr 140
130 135
Val Ile Met Ile Leu Lys Arg Ser Thr Arg Gln Ile Ser Phe Leu His 160
145 150
Val Tyr His His Ser Ser Ile Ser Leu Ile Trp Trp Ala Ile Ala His 175
165 170
His Ala Pro Gly Gly Glu Ala Tyr Trp Ser Ala Ala Leu Asn Ser Gly 190
180 185
Val His Val Leu Met Tyr Ala Tyr Tyr Phe Leu Ala Ala Cys Leu Arg 205
195 200
Ser Ser Pro Lys Leu Lys Asn Lys Tyr Leu Phe Trp Gly Arg Tyr Leu 220
210 215
Thr Gln Phe Gln Met Phe Gln Phe Met Leu Asn Leu Val Gln Ala Tyr 240
225 230 235
Tyr Asp Met Lys Thr Asn Ala Pro Tyr Pro Gln Trp Leu Ile Lys Ile 255
245 250
Leu Phe Tyr Tyr Met Ile Ser Leu Leu Phe Leu Phe Gly Asn Phe Tyr

260 265 270

Val Gln Lys Tyr Ile Lys Pro Ser Asp Gly Lys Gln Lys Gly Ala Lys
 275 280 285

Thr Glu
 290

<210> 30
 <211> 525
 <212> PRT
 <213> Unknown

<400> 30

Met Val Phe Ala Gly Gly Gly Leu Gln Gln Gly Ser Leu Glu Glu Asn
 1 5 10 15

Ile Asp Val Glu His Ile Ala Ser Met Ser Leu Phe Ser Asp Phe Phe
 20 25 30

Ser Tyr Val Ser Ser Thr Val Gly Ser Trp Ser Val His Ser Ile Gln
 35 40 45

Pro Leu Lys Arg Leu Thr Ser Lys Lys Arg Val Ser Glu Ser Ala Ala
 50 55 60

Val Gln Cys Ile Ser Ala Glu Val Gln Arg Asn Ser Ser Thr Gln Gly
 65 70 75 80

Thr Ala Glu Ala Leu Ala Glu Ser Val Val Lys Pro Thr Arg Arg Arg
 85 90 95

Ser Ser Gln Trp Lys Lys Ser Thr His Pro Leu Ser Glu Val Ala Val
 100 105 110

His Asn Lys Pro Ser Asp Cys Trp Ile Val Val Lys Asn Lys Val Tyr
 115 120 125

Asp Val Ser Asn Phe Ala Asp Glu His Pro Gly Gly Ser Val Ile Ser
 130 135 140

Thr Tyr Phe Gly Arg Asp Gly Thr Asp Val Phe Ser Ser Phe His Ala
 145 150 155 160

Ala Ser Thr Trp Lys Ile Leu Gln Asp Phe Tyr Ile Gly Asp Val Glu
 165 170 175

Arg Val Glu Pro Thr Pro Glu Leu Leu Lys Asp Phe Arg Glu Met Arg
 180 185 190

Ala Leu Phe Leu Arg Glu Gln Leu Phe Lys Ser Ser Lys Leu Tyr Tyr
 195 200 205

Val Met Lys Leu Leu Thr Asn Val Ala Ile Phe Ala Ala Ser Ile Ala
 210 215 220

Ile Ile Cys Trp Ser Lys Thr Ile Ser Ala Val Leu Ala Ser Ala Cys

<210> 31

<211> 469
 <212> PRT
 <213> Unknown

<400> 31

Met	Ala	Pro	Asp	Ala	Asp	Lys	Leu	Arg	Gln	Arg	Gln	Thr	Thr	Ala	Val	1	5	10	15
Ala	Lys	His	Asn	Ala	Ala	Thr	Ile	Ser	Thr	Gln	Glu	Arg	Leu	Cys	Ser	20	25	30	
Leu	Ser	Ser	Leu	Lys	Gly	Glu	Glu	Val	Cys	Ile	Asp	Gly	Ile	Ile	Tyr	35	40	45	
Asp	Leu	Gln	Ser	Phe	Asp	His	Pro	Gly	Gly	Glu	Thr	Ile	Lys	Met	Phe	50	55	60	
Gly	Gly	Asn	Asp	Val	Thr	Val	Gln	Tyr	Lys	Met	Ile	His	Pro	Tyr	His	65	70	75	80
Thr	Glu	Lys	His	Leu	Glu	Lys	Met	Lys	Arg	Val	Gly	Lys	Val	Thr	Asp	85	90	95	
Phe	Val	Cys	Glu	Tyr	Lys	Phe	Asp	Thr	Glu	Phe	Glu	Arg	Glu	Ile	Lys	100	105	110	
Arg	Glu	Val	Phe	Lys	Ile	Val	Arg	Arg	Gly	Lys	Asp	Phe	Gly	Thr	Leu	115	120	125	
Gly	Trp	Phe	Phe	Arg	Ala	Phe	Cys	Tyr	Ile	Ala	Ile	Phe	Phe	Tyr	Leu	130	135	140	
Gln	Tyr	His	Trp	Val	Thr	Thr	Gly	Thr	Ser	Trp	Leu	Leu	Ala	Val	Ala	145	150	155	160
Tyr	Gly	Ile	Ser	Gln	Ala	Met	Ile	Gly	Met	Asn	Val	Gln	His	Asp	Ala	165	170	175	
Asn	His	Gly	Ala	Thr	Ser	Lys	Arg	Pro	Trp	Val	Asn	Asp	Met	Leu	Gly	180	185	190	
Leu	Gly	Ala	Asp	Phe	Ile	Gly	Gly	Ser	Lys	Trp	Leu	Trp	Gln	Glu	Gln	195	200	205	
His	Trp	Thr	His	His	Ala	Tyr	Thr	Asn	His	Ala	Glu	Met	Asp	Pro	Asp	210	215	220	
Ser	Phe	Gly	Ala	Glu	Pro	Met	Leu	Leu	Phe	Asn	Asp	Tyr	Pro	Leu	Asp	225	230	235	240
His	Pro	Ala	Arg	Thr	Trp	Leu	His	Arg	Phe	Gln	Ala	Phe	Phe	Tyr	Met	245	250	255	
Pro	Val	Leu	Ala	Gly	Tyr	Trp	Leu	Ser	Ala	Val	Phe	Asn	Pro	Gln	Ile	260	265	270	
Leu	Asp	Leu	Gln	Gln	Arg	Gly	Ala	Leu	Ser	Val	Gly	Ile	Arg	Leu	Asp	275	280	285	

Asn Ala Phe Ile His Ser Arg Arg Lys Tyr Ala Val Phe Trp Arg Ala
 290 295 300
 Val Tyr Ile Ala Val Asn Val Ile Ala Pro Phe Tyr Thr Asn Ser Gly
 305 310 315 320
 Leu Glu Trp Ser Trp Arg Val Phe Gly Asn Ile Met Leu Met Gly Val
 325 330 335
 Ala Glu Ser Leu Ala Leu Ala Val Leu Phe Ser Leu Ser His Asn Phe
 340 345 350
 Glu Ser Ala Asp Arg Asp Pro Thr Ala Pro Leu Lys Lys Thr Gly Glu
 355 360 365
 Pro Val Asp Trp Phe Lys Thr Gln Val Glu Thr Ser Cys Thr Tyr Gly
 370 375 380
 Gly Phe Leu Ser Gly Cys Phe Thr Gly Gly Leu Asn Phe Gln Val Glu
 385 390 395 400
 His His Leu Phe Pro Arg Met Ser Ser Ala Trp Tyr Pro Tyr Ile Ala
 405 410 415
 Pro Lys Val Arg Glu Ile Cys Ala Lys His Gly Val His Tyr Ala Tyr
 420 425 430
 Tyr Pro Trp Ile His Gln Asn Phe Leu Ser Thr Val Arg Tyr Met His
 435 440 445
 Ala Ala Gly Thr Gly Ala Asn Trp Arg Gln Met Ala Arg Glu Asn Pro
 450 455 460
 Leu Thr Gly Arg Ala
 465

<210> 32
 <211> 26
 <212> DNA
 <213> Artificial Sequence

<220>
 <223> Polylinker

<400> 32
 gaattcggcg cgccgagctc ctcgag

<210> 33
 <211> 265
 <212> DNA
 <213> Artificial Sequence

<220>
 <223> Polylinker-Terminator-Polylinker

<400> 33
 ccaccgcggt gggcgggcgc ctgcagtcta gaaggcctcc tgctttaatg agatatgcga 60
 gacgcctatg atcgcatgat atttgctttc aattctgttg tgcacgttgt aaaaaacctg 120
 agcatgtgta gctcagatcc ttaccgccgg tttcggttca ttctaataa tatatcaccc 180
 gttactatcg tatttttatg aataatattc tccgttcaat ttactgattg tccgtcgacg 240
 aattcgagct cggcgcgcca agctt 265

<210> 34
 <211> 257
 <212> DNA
 <213> Artificial Sequence

<220>
 <223> Polylinker-Terminator-Polylinker

<400> 34
 ggatccgata tcgggcccgc tagcggttaac cctgctttaa tgagatatgc gagacgccta 60
 tgatcgcatg atatttgctt tcaattctgt tgtgcacgtt gtaaaaaacc tgagcatgtg 120
 tagctcagat ccttaccgcc ggtttcgggtt cattctaataa aatatatcac ccgttactat 180
 cgtattttta tgaataatat tctccgttca atttactgat tgtccgtcga cgaattcgag 240
 ctggcgcgcg caagctt 257

<210> 35
 <211> 257
 <212> DNA
 <213> Artificial Sequence

<220>
 <223> Polylinker-Terminator-Polylinker

<400> 35
 agatctgccg gcatcgatcc cgggccatgg cctgctttaa tgagatatgc gagacgccta 60
 tgatcgcatg atatttgctt tcaattctgt tgtgcacgtt gtaaaaaacc tgagcatgtg 120
 tagctcagat ccttaccgcc ggtttcgggtt cattctaataa aatatatcac ccgttactat 180
 cgtattttta tgaataatat tctccgttca atttactgat tgtccgtcga cgaattcgag 240
 ctggcgcgcg caagctt 257

THIS PAGE BLANK (USPTO)